



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109891608 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 08

(21) 申请号 201680090520.3

(22) 申请日 2016.11.07

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109891608 A

(43) 申请公布日 2019.06.14

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.04.29

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/CN2016/104926 2016.11.07

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/082100 EN 2018.05.11

(73) 专利权人 歌尔股份有限公司  
地址 261031 山东省潍坊市高新技术开发  
区东方路268号

(72) 发明人 邹泉波

(74) 专利代理机构 北京博雅睿泉专利代理事务  
所(特殊普通合伙) 11442  
代理人 石伟

(51) Int.Cl.  
H01L 33/36 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 8518204 B2, 2013.08.27  
CN 105518888 A, 2016.04.20  
CN 104350613 A, 2015.02.11  
CN 105493297 A, 2016.04.13  
US 2016163765 A1, 2016.06.09  
US 2014027709 A1, 2014.01.30

审查员 程凯芳

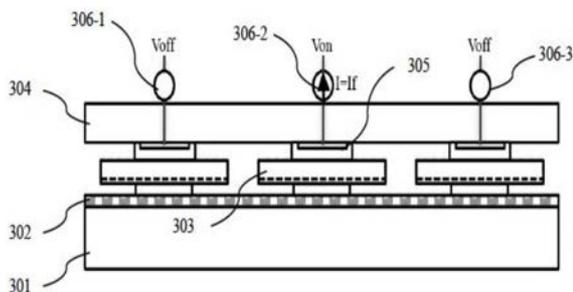
权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

微发光二极管转移方法和制造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种微发光二极管转移方法和制造方法。所述微发光二极管(303)转移方法包括:使转移头的拾取单元(305)与承载衬底(301)上的微发光二极管(303)接触,其中,所述拾取单元(305)能为微发光二极管(303)加载电流;通过拾取单元(305)向微发光二极管(303)加载电流,以加热微发光二极管(303)和承载衬底(301)之间的接合层(302)使其熔化;利用转移头从所述承载衬底(301)上拾取微发光二极管(303);将微发光二极管(303)接合到接收衬底(307)上;以及从微发光二极管中移除所述转移头。



1. 一种微发光二极管转移方法,包括:

使转移头的拾取单元与承载衬底上的微发光二极管接触,其中所述拾取单元能为微发光二极管加载电流;

通过拾取单元向微发光二极管加载电流,以获得微发光二极管的I-V特性;

基于所述I-V特性确定所述承载衬底上的已知良好管芯的微发光二极管;

通过所述拾取单元将电流选择性地加载到所述已知良好管芯的微发光二极管上以加热所述已知良好管芯的微发光二极管和承载衬底之间的接合层使其熔化;

利用转移头从所述承载衬底上拾取所述已知良好管芯的微发光二极管;

将所述已知良好管芯的微发光二极管接合到接收衬底上;以及

从所述已知良好管芯的微发光二极管移除所述转移头。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述拾取单元包括转移头的转移衬底上的电极和所述电极上的导电粘合剂层;

其中,通过电极和导电粘合剂层加载电流;

其中,通过所述导电粘合剂层拾取所述已知良好管芯的微发光二极管;以及

其中,在将所述已知良好管芯的微发光二极管接合到所述接收衬底上之后,移除所述导电粘合剂层。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述导电粘合剂层是未构图的。

4. 根据权利要求2或3所述的方法,其中,所述导电粘合剂层是导电光刻胶层,

其中,在加热所述已知良好管芯的微发光二极管与承载衬底之间的接合层期间,所述导电光刻胶层被固化;以及

其中,在所述已知良好管芯的微发光二极管接合到所述接收衬底上之后,用化学方法移除所述导电光刻胶层。

5. 根据权利要求1-3中任何一项所述的方法,其中,所述转移头的拾取单元与所述承载衬底上的所述已知良好管芯的微发光二极管柔性接触。

6. 根据权利要求1-3中任何一项所述的方法,其中,所述转移头的拾取单元通过静电力或电磁力从所述承载衬底拾取所述已知良好管芯的微发光二极管。

7. 根据权利要求1-3中任何一项所述的方法,其中,所述转移头的每个拾取单元包括至少一个拾取电极和至少一个电流加载电极;

其中,所述拾取电极被电介质层包覆;

其中,金属探针安装在所述电流加载电极上,为承载衬底上的所述已知良好管芯的微发光二极管加载电流。

8. 根据权利要求1-3中任何一项所述的方法,其中,通过监测所述已知良好管芯的微发光二极管的I-V特性来确定所述已知良好管芯的微发光二极管与承载衬底之间的接合层的熔化。

9. 根据权利要求1-3中任何一项所述的方法,其中,经由所述拾取单元将所述电流加载到所述已知良好管芯的微发光二极管的选择位置。

10. 一种用于制造微发光二极管器件的方法,包括:使用根据权利要求1-9中任何一项所述的微发光二极管转移方法将所述已知良好管芯的微发光二极管转移到所述微发光二极管器件的接收衬底上。

## 微发光二极管转移方法和制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微发光二极管技术领域,更具体地,涉及一种微发光二极管转移方法及用于制造微发光二极管器件的方法。

### 背景技术

[0002] 微发光二极管技术指的是在衬底上以高密度集成的小尺寸的发光二极管阵列。当前,微发光二极管技术正开始发展,业界期望有高质量的微发光二极管产品进入市场。高质量的微发光二极管将对已经进入市场的诸如LCD/OLED的传统显示产品产生深刻影响。

[0003] 通常,在制造显示器件例如显示面板的过程中,微发光二极管要从承载衬底转移到诸如显示衬底等的接收衬底。例如,承载衬底可以是生长衬底或者从生长衬底上拾取微发光二极管的衬底。在现有技术中,转移头用于这种转移方法中。

[0004] 例如,美国专利US8,426,227B1公开了一种形成微发光二极管阵列的方法,该专利在此全部引入作为参考。

[0005] 美国专利US8,518,204B2公开了一种使用中间导电接合层制作和转移微器件及微器件阵列的方法,该专利在此全部引入作为参考。

[0006] 在现有技术中,转移期间,需要加热微发光二极管,使微发光二极管的接合层熔化并且使微发光二极管作好诸如提升、接合到接收衬底等转移的准备。转移过程中,微发光二极管会经历几次加热周期。通常,在每个加热周期内,转移头会拾取承载衬底上的部分微发光二极管。在三个周期内,转移头会转移三种颜色的(红色、蓝色和绿色)微发光二极管。在每个周期内,即使仅有部分微发光二极管会被拾取和(或)被接合,也需加热所有微发光二极管使其熔化。因此,微发光二极管的性能可能会下降。或者,生产量和(或)可靠性可能会降低。

[0007] 此外,当维修一个微发光二极管时,需要加热衬底上所有的微发光二极管。因此,对于整个衬底上的所有微发光二极管而言,需要更多的热预算。

[0008] 另外,不良的微发光二极管的检查过程和转移过程是分开的。在转移期间,不良的微发光二极管也可能被拾取和转移,这会使维修过程更加复杂。

[0009] 因此,在现有技术中需要提出一种新的通过使用转移头来转移微发光二极管方案以解决现有技术中的至少一个技术问题。

### 发明内容

[0010] 本发明的一个目的是提供一种用于微发光二极管转移的新技术方案。

[0011] 根据本发明的第一方面,提供了一种微发光二极管转移方法,包括:使转移头的拾取单元与承载衬底上的微发光二极管接触,其中,所述拾取单元将电流加载到微发光二极管;通过拾取单元向微发光二极管加载电流,以加热微发光二极管与承载衬底之间的接合层使其熔化;通过转移头从承载衬底上拾取微发光二极管;将微发光二极管接合到接收衬底上;以及从微发光二极管中去除所述转移头。

[0012] 另选地或可选地,所述转移头的拾取单元包括转移衬底上的电极和电极上的导电粘合剂层。通过电极和导电粘合剂层加载电流。经由导电粘合剂层拾取所述微发光二极管。在微发光二极管接合到接收衬底上之后,去除所述导电粘合剂层。

[0013] 另选地或可选地,所述导电粘合剂层是未构图的。

[0014] 另选地或可选地,所述导电粘合剂层是导电光刻胶层。在加热微发光二极管和承载衬底之间的接合层期间,该导电光刻胶层被固化,并且在微发光二极管接合到接收衬底上之后,通过化学方法去除该导电光刻胶层。

[0015] 另选地或可选地,转移头的拾取单元与承载衬底上的微发光二极管柔性接触。

[0016] 另选地或可选地,转移头的拾取单元通过静电力或电磁力从承载衬底拾取微发光二极管。

[0017] 另选地或可选地,转移头的每个拾取单元包括至少一个拾取电极和至少一个电流加载电极。电介质层包覆所述拾取电极,金属探针安装在电流加载电极上,用于向承载衬底上的微发光二极管加载电流。

[0018] 另选地或可选地,通过监测微发光二极管的I-V(伏安)特性,可以确定微发光二极管与承载衬底之间的接合层的熔化程度。

[0019] 另选地或可选地,电流经由拾取单元加载到微发光二极管的选择位置。

[0020] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于制造微发光二极管器件的方法,包括:使用根据本发明的微发光二极管转移方法将承载衬底上的微发光二极管转移到接收衬底。

[0021] 根据本发明的实施例,可以在微发光二极管的转移期间实现局部加热。

[0022] 通过以下参照附图对本发明的示例性实施例的详细描述,本发明的其它特征及其优点将会变得清楚。

## 附图说明

[0023] 被结合在说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例,并且连同其说明一起用于解释本发明的原理。

[0024] 图1示出了微发光二极管的I-V特性的示意图。

[0025] 图2是示出了微发光二极管的电压变化的示意图。

[0026] 图3示出了根据本发明的实施例的转移头。

[0027] 图4示出了根据本发明的另一实施例的转移头。

[0028] 图5-10示出了根据本发明的另一实施例将微发光二极管从承载衬底转移到接收衬底的过程。

[0029] 图11示出了根据本发明的又一实施例的转移头。

[0030] 图12示出了根据本发明的又一实施例的转移头。

[0031] 图13-18示出根据本发明的又一实施例将微发光二极管从承载衬底转移到接收衬底的过程。

[0032] 图19示出了微发光二极管的I-V特性的示意图。

[0033] 图20-25示出了根据本发明又一实施例将微发光二极管从承载衬底转移到接收衬底的过程。

## 具体实施方式

[0034] 现在将参照附图来详细描述本发明的各种示例性实施例。应注意到：除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。

[0035] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。

[0036] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0037] 在这里示出和讨论的所有例子中，任何具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

[0038] 应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0039] 下面将参照附图来说明本发明的示例和实施例。

[0040] 本发明的实施例中提出：在转移期间，通过向微发光二极管加载电流，可以加热微发光二极管的接合层。在这种方式下，可以实现局部加热，即只加热加载了电流的微发光二极管，不加热其他微发光二极管。

[0041] 通过选择性地加载电流，可以轻松实现选择性加热或程序化加热。在这种方式下，可以执行选择性拾取或转移或程序化拾取或转移。因为诸如显示面板的显示衬底具有三种颜色的微发光二极管阵列，而且生长衬底通常仅具有一种颜色的微发光二极管阵列，所以将微发光二极管选择性地从生长衬底转移到显示衬底有利于显示器件的制造。另选地，选择性或程序化转移也有利于显示衬底的维修。

[0042] 另外，微发光二极管的温度可以通过其I-V特性来确定。因为微发光二极管通过诸如焊料的接合层接合到衬底上，而且其非常靠近接合层，所以微发光二极管和接合层中的温度几乎相同。因此，也可以通过I-V特性来确定接合层中的温度。鉴于此，可以通过I-V特性感测接合层的熔化状态。本领域技术人员应当理解，接合层的熔化状态也可以通过其它方式确定。例如，如果转移头可以提起来微发光二极管，则表明接合层已经被熔化。

[0043] 图1示出了微发光二极管的I-V特性的示意图。在图1中，温度T1低于T2。T1的I-V曲线在T2的I-V曲线的右边，其中V是微发光二极管的正向电压V<sub>f</sub>，I是流过微发光二极管的电流。从图1中可以看出，在一定电流下，微发光二极管的正向电压V<sub>f</sub>随着温度的升高而减小。红色微发光二极管的典型温度系数为-1.8mV/°C，绿色微发光二极管的典型温度系数为-3.8mV/°C，蓝色微发光二极管的典型温度系数为-3.3mV/°C。

[0044] 图2示出了微发光二极管的正向电压(V<sub>f</sub>)变化的示意图。如图2所示，在电流I恒定的情况下，V<sub>f</sub>随时间增大而减小。这表明温度在不断升高。例如，在图2中，T2高于T1。

[0045] 因此，通过监测微发光二极管的电压可以确定其温度。因为接合层非常靠近微发光二极管并且它们具有良好的导热性，所以接合层的温度和(或)熔化状态也可以通过I-V特性来确定。

[0046] 另一方面，根据I-V特性，可以确定微发光二极管的性能是否良好。也就是说，在大多数情况下，良好的微发光二极管的I-V特性显示正常，而不良的微发光二极管的I-V特性显示不正常。当良好的微发光二极管的接合层熔化时，不良微发光二极管的接合层不会熔

化。因此,一定程度上,通过加载电流来加热微发光二极管,只有具有已知良好管芯(KGD)的微发光二极管才会被转移。

[0047] 在本发明的实施例中,转移头具有夹持微发光二极管和向微发光二极管加载电流的功能。

[0048] 图3示出了根据本发明的实施例的转移头。如图3所示,所述转移头包括转移衬底101和多个安装在转移衬底101的表面上的拾取单元。拾取单元包括夹持机构104和电流加载机构103。

[0049] 夹持机构104能够捕获微发光二极管。例如,夹持机构可以通过粘附力、静电力和电磁力中的至少一种来捕获微发光二极管。电流加载机构103为微发光二极管加载电流,用以加热微发光二极管与承载衬底之间的接合层使其熔化。

[0050] 例如,在图3中,所述电流加载机构103是转移衬底101上的电极。电极103经由电介质层102安装在转移衬底上。引线可以布置在转移衬底101和(或)电介质层102中用于连接电极103和电流源。夹持机构104是电极上的导电粘合剂层。通过导电粘合剂层104,电极103将电流加载到将要转移的微发光二极管。可以通过导电粘合剂层104拾取微发光二极管。在微发光二极管接合到接收衬底上之后,去除导电粘合剂层104。

[0051] 尽管图中并未示出,但在电流加载机构为微发光二极管加载电流期间,监测微发光二极管的电压的机构可以布置在转移头中或者布置在其它位置。借助这种布置方式,可以确定接合层的熔化状态。根据本发明的引申,本领域技术人员会想出多种电压监测方法,例如通过电压传感器探针来监测电压。如何监测电压并不属于本发明所要求的范围,所以此处不必详述。

[0052] 在一个示例中,导电粘合剂层104是导电光刻胶层。可以通过软化烘烤使导电光刻胶层104进一步与微发光二极管接合。例如,所述导电光刻胶层104由具有金属颗粒的GCM3060SU8光刻胶制成。在加热微发光二极管与承载衬底(或微发光二极管)之间的接合层时,导电光刻胶层104被固化。在微发光二极管接合到接收衬底上之后,通过化学方法去除该导电光刻胶层104。

[0053] 在图3中,图案化所述导电粘合剂层104,使得拾取单元是分离的。

[0054] 图4示出了根据本发明的另一实施例的转移头。如图4所示,所述转移头包括转移衬底201、电介质层202、电极203和导电粘合剂层204。图4所示的转移头和图3所示的转移头的对应部件结构相似,因此省略重复描述。

[0055] 图4所示的转移头和图3所示的转移头的区别在于:多个拾取单元上的导电粘合剂层204没有被图案化,它是未构图的。由于横向热阻大于纵向热阻,所以确保了局部加热。而且,简化了导电粘合剂层的形成流程。由于电流主要在朝向微发光二极管的方向上移动,并且两个拾取单元之间的漏电可以忽略不计,所以导电粘合剂层的这种布置方式不会影响转移头的功能,而且,显著简化了导电粘合剂层的形成流程。

[0056] 图5-10示出了根据本发明的另一实施例的将微发光二极管从承载衬底转移到接收衬底的过程。

[0057] 例如,在本实施例中,使用图3或图4所示的转移头。

[0058] 在图5中,转移头与承载衬底301对齐。所述转移头可以包括转移衬底304和多个拾取单元305。所述拾取单元305向微发光二极管加载电流并拾取微发光二极管。例如,转移头

可以是图3或图4所示的转移头。

[0059] 电流源(306-1、306-2、306-3)和拾取单元305连接。

[0060] 微发光二极管303经由接合层302设置在承载衬底301上。例如,接合层302可以导电。

[0061] 在图6中,转移头的拾取单元305与承载衬底301上的微发光二极管303接触。拾取单元305为微发光二极管303加载电流。电流经由拾取单元305被加载到微发光二极管,以加热微发光二极管303和承载衬底301之间的接合层302使其熔化。当电流经过微发光二极管时,产生焦耳加热。

[0062] 例如,以选择性或程序化方式加载电流。在图6中,电流(正向电流 $I_f$ )经由拾取单元在选择位置加载到微发光二极管303。例如,接通电流源306-2,而切断电流源(306-1、306-3)。所以,对应于电流源306-2的微发光二极管303被加热。

[0063] 例如,接合层302可以导电,并且与微发光二极管303和拾取单元305形成电流回路。接合层302可以被图案化。另选地,接合层302可以不经图案化处理或者是未构图的,以简化制造流程。

[0064] 例如,在电流加载后的几秒或几分钟内,微发光二极管303和承载衬底301之间的接合层302被熔化。例如,接合层302发生相变,使微发光二极管的底侧从承载衬底释放出来。

[0065] 例如,所述拾取单元305为图3或图4中所示的拾取单元。它们包括转移衬底上的电极和在电极上的导电粘合剂层。通过电极和导电粘合剂层加载电流。在一个示例中,导电粘合剂层是未构图的。

[0066] 在一个示例中,导电粘合剂层是导电光刻胶层。在加热微发光二极管与承载衬底之间的接合层期间,所述导电光刻胶层被固化。可选地,可以用光照射导电光刻胶层以加快其固化,并且实现导电粘合剂层和微发光二极管之间的良好接合。例如,当为微发光二极管电流加载时,微发光二极管发光以固化导电光刻胶层。

[0067] 可以通过多种方式来确定微发光二极管303和承载衬底301之间的接合层302的熔化状态。例如,如果拾取单元可以提起微发光二极管,则表明接合层302已经被熔化。

[0068] 另选地,可以通过监测微发光二极管的I-V特性来确定接合层302的熔化程度。如图1和图2所示,微发光二极管和/或接合层的温度可以通过I-V特性来确定。

[0069] 在图7中,通过转移头从承载衬底301拾取微发光二极管303。例如,通过拾取单元305的导电粘合剂层拾取微发光二极管303。由于接合层302被熔化,拾取单元的夹持力远大于接合层302和承载衬底301之间的接合力(主要是表面张力)。

[0070] 通常,只有已知良好管芯(KGD)的微发光二极管可以传导电流,并且按需要被加热,使所述接合层被熔化。可选地,通过加热,可以固化所述微发光二极管的导电光刻胶层。就此而言,仅已知良好管芯(KGD)的微发光二极管被拾取。

[0071] 在图8中,微发光二极管303接合在接收衬底307上。

[0072] 微发光二极管303可以放置在接合层308上。如图8所示,加载正向电流 $I_f$ 。就此而言,可以实现微发光二极管303的局部加热,并且微发光二极管可以接合到接合层308。

[0073] 另选地或可选地,全面加热接收衬底307和接合层308的常规方法也是可行的。

[0074] 在图9中,去除微发光二极管303的转移头。

[0075] 在微发光二极管303接合到接收衬底307上之后,去除拾取单元的导电粘合剂层。例如,导电粘合剂层是导电光刻胶层,使用化学方法可去除导电光刻胶层使转移头能被提起。

[0076] 在图10中,可以重复上述过程以转移三种颜色(303-r、303-g、303-b)的微发光二极管。

[0077] 为了实现更好的性能,可以在低于接合层熔点的升高的温度环境中进行上述转移过程。当局部加热微发光二极管时,升高接合层的温度使其超过熔点是比较容易实现的。

[0078] 图11示出了根据本发明又一实施例的转移头。在图11中,所述转移头包括转移衬底401和电介质层402。图11所示的转移头与图3、4所示的转移头的相似,因此省略重复描述。

[0079] 在图11中,夹持机构包括至少一个拾取电极,即拾取电极(403、404)。电流加载机构包括至少一个电流加载电极,即电流加载电极405。

[0080] 电介质层407包覆拾取电极(403、404)。金属探针406安装在电流加载电极405上,用于向微发光二极管加载电流。

[0081] 在图11中,金属探针406的一端安装在电流加载电极405上,另一端安装在电介质层407上。

[0082] 在该实施例中,夹持机构和电流加载机构是分开的。夹持机构可用于施加静电力和(或)电磁力。

[0083] 图12示出了根据本发明的又一实施例的转移头。如图12所示,所述转移头包括转移衬底501、电介质层502、拾取电极(503、504)、电流加载电极505、金属探针506和电介质层507。图12所示的转移头和图11所示的转移头的对应部件结构相似,因此省略重复描述。

[0084] 在图3和图4中,软烘所述导电粘合剂层,并且拾取单元与承载衬底上的微发光二极管柔性接触。这允许拾取单元与微发光二极管接触良好。在图12中,金属探针506也可以是柔性的。

[0085] 在图12中,金属探针506的一端安装在电流加载电极505上,金属探针506的另一端是悬空的。

[0086] 图13-18示出了根据本发明又一实施例的将微发光二极管从承载衬底转移到接收衬底的过程。此处省略与图5-10重复的描述。

[0087] 例如,在本实施例中,可以使用图11或12所示的转移头。

[0088] 在图13中,转移头与承载衬底601对齐。所述转移头可以包括转移衬底604和多个拾取单元605。所述拾取单元605向微发光二极管加载电流并拾取微发光二极管。

[0089] 例如,该转移头可以是图11或12所示的转移头。每个拾取单元605可以包括至少一个拾取电极和至少一个电流加载电极。电介质层包覆拾取电极,而且拾取电极可以施加静电力和(或)电磁力。金属探针安装在电流加载电极上,用于向承载衬底601上的微发光二极管603加载电流。

[0090] 电流源(606-1、606-2、606-3)和拾取单元305的电流加载电极连接。电源(607a、607b)和拾取电极连接。

[0091] 通过接合层602,微发光二极管603设置在承载衬底601上。例如,接合层602可以导电。

[0092] 在图14中,拾取单元605与承载衬底601上的微发光二极管603接触。例如,如上所述,拾取单元605与承载衬底601上的微发光二极管603柔性接触,以减少拾取单元对微发光二极管的影响并且确保二者之间良好的接触。拾取单元605向微发光二极管加载电流。电流(正向电流 $I_f$ )经由拾取单元605加载到微发光二极管603,以加热微发光二极管603和承载衬底601之间的接合层602使其熔化。如图14所示,以选择性或程序化方式加载电流,使电流经由拾取单元605加载到微发光二极管603的选择位置。

[0093] 在图15中,转移头从承载衬底601上拾取微发光二极管603。如图15所示,接通( $V_{on}$ )电源(607a、607b)用以施加静电力或电磁力,通过静电力或电磁力,拾取单元605从承载衬底601拾取微发光二极管603。

[0094] 如上所述,该方法还可以确保拾取已知良好管芯(KGD)的微发光二极管。

[0095] 在图16中,转移头拾取微发光二极管603。微发光二极管603发生移动并且通过接合层609接合到接收衬底608上。

[0096] 如上所述,通过加载电流( $I_f$ )以全局加热或以局部加热的方式,可以执行微发光二极管603和接收衬底608的接合。

[0097] 在图17中,切断( $V_{off}$ )电源(607a、607b),释放微发光二极管630。

[0098] 在图18中,重复上述过程以转移三种颜色(603-r、603-g、603-b)的微发光二极管。

[0099] 图19示出了微发光二极管的I-V特性的示意图。微发光二极管的状态或性能可以根据其I-V特性确定。

[0100] 当微发光二极管接合到承载衬底上时,主要问题包括:显示低的正向电压 $V_f$ 的漏电;和显示高的正向电压 $V_f$ 的开路或接触不良。漏电问题对应于图19中所示的“A”区域。开路或接触不良问题对应于图19中所示“C”区域。图19所示的“B”区域是良好管芯区域。

[0101] 通过I-V测试可以快速确定这些问题。I-V测试可以与现有的任何转移技术结合。但是,如果I-V测试与本发明的实施例结合,则,由于通过给微发光二极管加载电流来进行转移,故能够方便地使用相同或相似的器件进行这种测试。

[0102] 通过这种简便的测试,可以只拾取和转移已知良好管芯(KGD)的微发光二极管,而略过有缺陷的微发光二极管。因此,简化了接收衬底上的后续维修过程,甚至可以避免后续维修。

[0103] 图20-25示出了根据本发明又一实施例的将微发光二极管从承载衬底转移到接收衬底的过程。

[0104] 在图20中,转移头与承载衬底701对齐。所述转移头可以包括转移衬底704和多个拾取单元705。所述拾取单元705向微发光二极管施加电流并拾取微发光二极管。例如,拾取单元705可以通过粘附力、静电力和电磁力中的至少一种来拾取微发光二极管。在本实施例中,转移头可以是图3、4、11或12所示的转移头。

[0105] 电流源(706-1、706-2、706-3)和拾取单元705连接。

[0106] 通过接合层702,微发光二极管703设置在承载衬底701上。例如,接合层702可以导电。接合层702可以是焊料或金属接合层。可以从生长衬底上转移微发光二极管703。通过诸如蚀刻、铣削、研磨或者抛光等工艺,减薄微发光二极管703的顶侧到欧姆接触区。导体层可以包覆变薄后的顶侧。

[0107] 在图21中,拾取单元705与承载衬底701上的微发光二极管703接触。拾取单元705

可以向微发光二极管703施加电流,并且可以与微发光二极管703柔性接触。

[0108] 如图21所示,电流( $I_f$ )经由拾取单元705加载到微发光二极管703,以获得微发光二极管703的IV特性。例如,在每个电流源(706-1、706-2、706-3)上设置电压探针以检测电压。例如,微发光二极管703的阳极接合到承载衬底701的接合层702。为接合层702加载正向电压 $V_p$ 。检测到的电压可以是 $V_p - V_{fi}$  ( $i=1, 2, 3 \dots$ ),其中 $V_{fi}$ 是第 $i$ 个微发光二极管的正向电压。通过这种方式可以确定I-V特性,并且可以基于I-V特性确定承载衬底701上的已知良好管芯(KGD)的微发光二极管703。

[0109] 此外,还可以测量微发光二极管发出的光,以进一步确保要转移的微发光二极管是否良好的管芯。

[0110] 在图22-25中,通过转移头将已知良好管芯的微发光二极管703从承载衬底701转移到接收衬底708。在此过程中,可以使用现有技术中的转移方法。另选地,可以在此转移过程中使用上述实施例描述的任何一种转移方法。

[0111] 例如,在图22中,通过拾取单元705将电流选择性地加载到已知良好管芯的微发光二极管703上,以加热已知良好管芯的微发光二极管703和承载衬底701之间的接合层702使其熔化。当接合层702的温度高于熔点并且熔化时,转移头拾取并且提起已知良好管芯的微发光二极管。

[0112] 例如,拾取单元705可以包括转移头的转移衬底上的电极和电极上的导电粘合剂层。通过电极和导电粘合剂层加载电流。如上所述,导电粘合剂层可以是未构图的。导电粘合剂层可以是导电光刻胶层。在加热已知良好管芯的微发光二极管703和承载衬底701之间的接合层702时,所述导电光刻胶层被固化。可以通过导电粘合剂层拾取已知良好管芯的微发光二极管703。

[0113] 例如,通过静电力或电磁力,拾取单元705可以从承载衬底701拾取具有已知良好管芯的微发光二极管703。例如,如上所述,转移头的每个拾取单元可以包括至少一个拾取电极和至少一个电流加载电极。拾取电极被电介质层包覆,以施加静电力或电磁力。金属探针安装在电流加载电极上,用于向承载衬底上的微发光二极管加载电流。

[0114] 如上所述,通过监测已知良好管芯的微发光二极管的I-V特性,可以确定具有已知良好管芯的微发光二极管和承载衬底之间的接合层的熔化程度。

[0115] 在图23中,将已知良好管芯的微发光二极管接合到接收衬底708上。所述接合过程可以通过上述全局加热或局部加热的方式来执行。

[0116] 在图24中,从已知良好管芯的微发光二极管703中移除转移头。

[0117] 例如,在已知良好管芯的微发光二极管703被接合到接收衬底708上之后,移除拾取单元705上的导电粘合剂层。在导电光刻胶层的情况下,在已知良好管芯的微发光二极管703被接合到接收衬底708上后,用化学方法移除所述导电光刻胶层。

[0118] 在图11或12所示的转移头的情况下,通过切断静电力或电磁力,释放所述转移头。

[0119] 在图25中,可以重复上述过程以转移三种颜色(703-r、703-g、703-b)的微发光二极管。

[0120] 在另一个实施例中,本发明还提出了一种制造微发光二极管器件的方法。该制造方法包括:通过使用根据本发明的微发光二极管转移方法,或通过使用根据本发明的转移头,将微发光二极管转移到微发光二极管器件的接收衬底上。

[0121] 在另一个实施例中,本发明还提出了一种诸如显示屏器件或显示面板的微发光二极管器件。可以通过使用根据本发明的制造微发光二极管器件的方法来制造该微发光二极管器件。

[0122] 在另一个实施例中,本发明还提出了一种电子设备。该电子设备包括根据本发明的微发光二极管器件。例如,该电子设备可以是移动电话、平板电脑等。

[0123] 根据本发明实施例的转移头可以描述如下。

[0124] 实施例1:一种转移头,包括:转移衬底,以及多个安装在所述转移衬底的表面上的拾取单元,其中,至少一个所述拾取单元包括夹持机构和电流加载机构,所述夹持机构能够捕获微发光二极管,所述电流加载机构能够向微发光二极管加载电流,以加热微发光二极管与承载衬底之间的接合层使其熔化。

[0125] 实施例2:根据实施例1的所述的转移头,其中,夹持机构通过粘附力、静电力和电磁力中的至少一种来捕获所述微发光二极管。

[0126] 实施例3:根据实施例1或2的所述的转移头,其中,在电流加载机构向微发光二极管加载电流期间,监测微发光二极管上的电压。

[0127] 实施例4:根据任一实施例1-3的所述转移头,其中,所述电流加载机构包括所述转移衬底上的电极,所述夹持机构包括所述电极上的导电粘合剂层,其中所述电极经由导电粘合剂层向微发光二极管加载电压,并且通过导电粘合剂层拾取所述微发光二极管。

[0128] 实施例5:根据任一实施例1-4的所述转移头,其中,在微发光二极管接合到接收衬底上之后,移除所述导电粘合剂层。

[0129] 实施例6:根据任一实施例1-5的所述转移头,其中,多个拾取单元上的导电粘合剂层是未构图的。

[0130] 实施例7:根据任一实施例1-6的所述转移头,其中,所述导电粘合剂层是导电光刻胶层,所述导电光刻胶层能够在所述微发光二极管和承载衬底之间的接合层被加热期间固化,而且,在所述微发光二极管接合到接收衬底上之后,可以用化学方法移除所述导电光刻胶层。

[0131] 实施例8:根据任一实施例1-7的所述转移头,其中,所述拾取单元与所述承载衬底上的微发光二极管柔性接触。

[0132] 实施例9:根据任一实施例1-8的所述转移头,其中,所述夹持机构包括至少一个拾取电极,所述电流加载机构包括至少一个电流加载电极,用电介质层包覆所述拾取电极,金属探针被安装在所述电流加载电极上用于向微发光二极管加载电流。

[0133] 实施例10:根据任一实施例1-9的所述转移头,其中,所述金属探针是柔性的。

[0134] 实施例11:根据任一实施例1-10的所述转移头,其中,所述金属探针的一端安装在所述电流加载电极上,所述金属探针的另一端是悬空的。

[0135] 虽然已经通过例子对本发明的一些特定实施例进行了详细说明,但是本领域的技术人员应该理解,以上例子仅是为了进行说明,而不是为了限制本发明的范围。

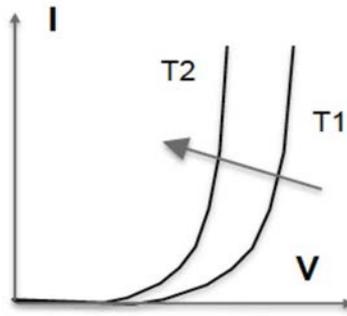


图1

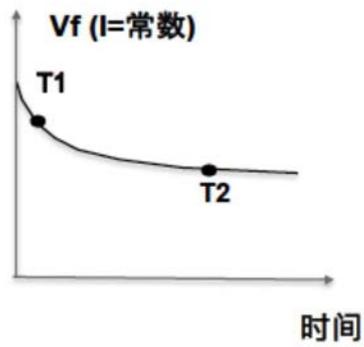


图2

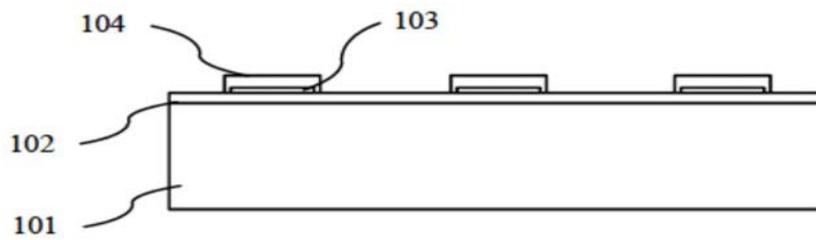


图3

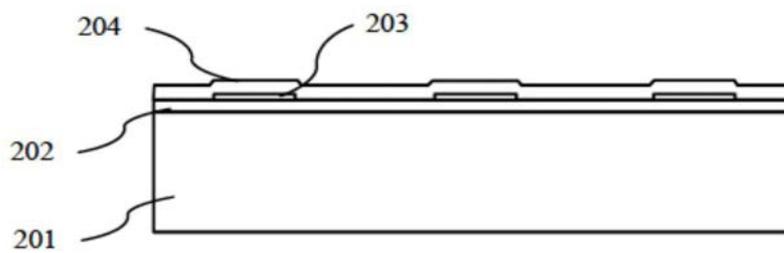


图4

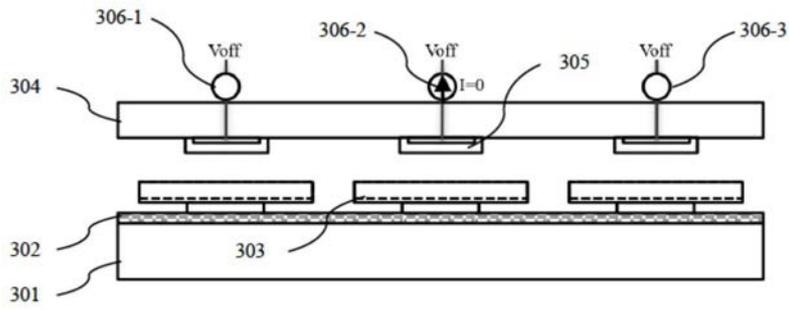


图5

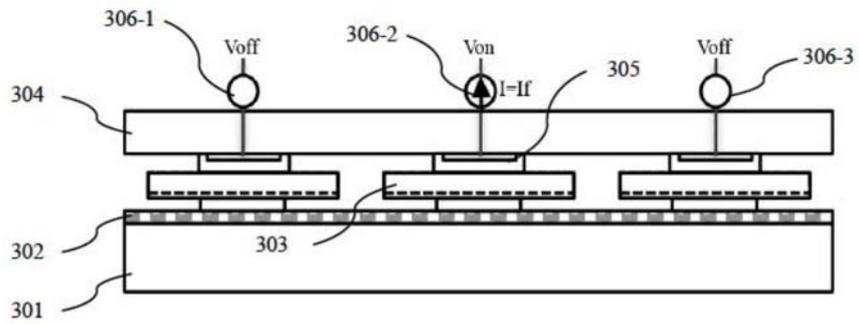


图6

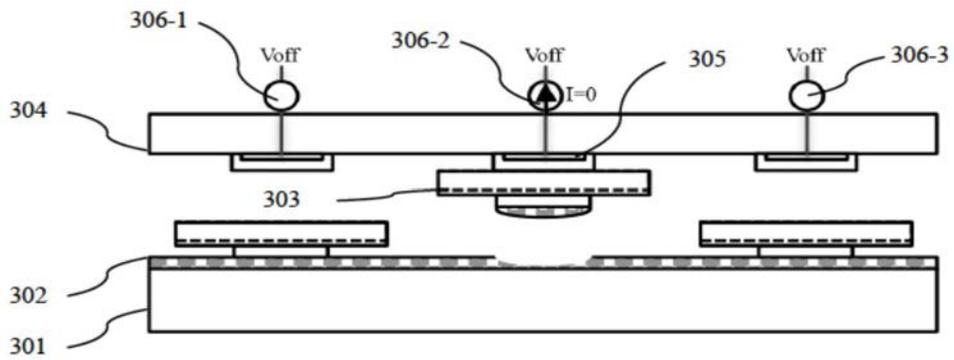


图7

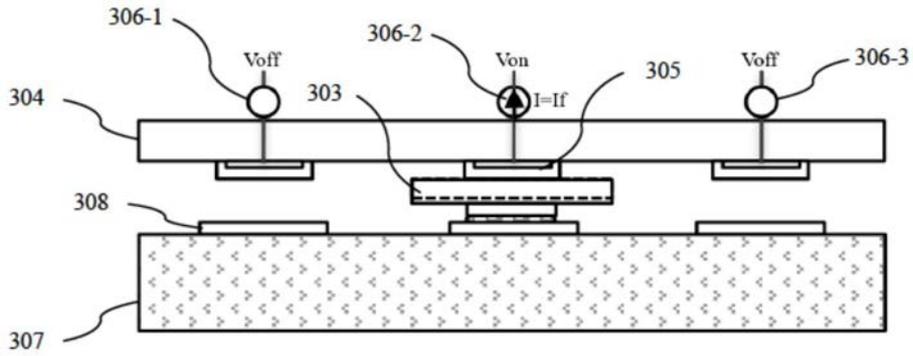


图8

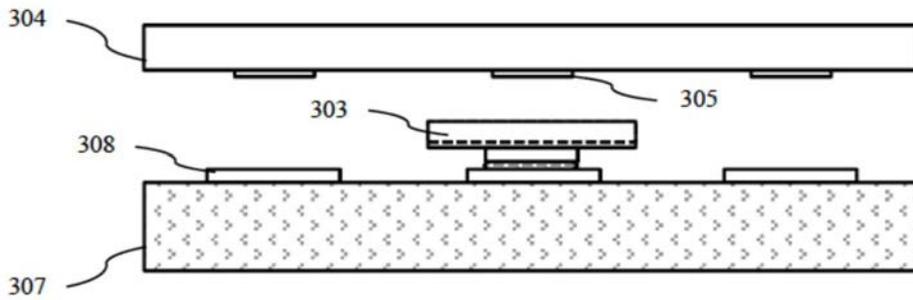


图9

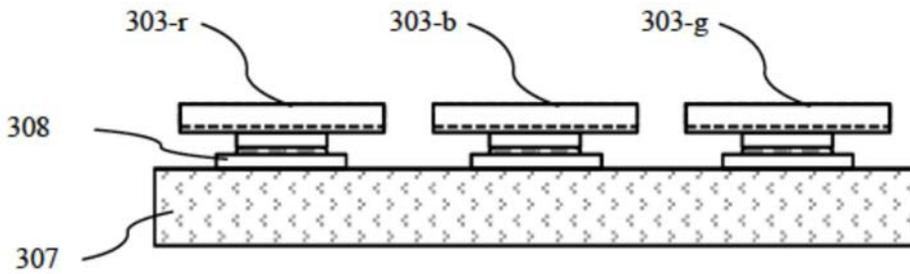


图10

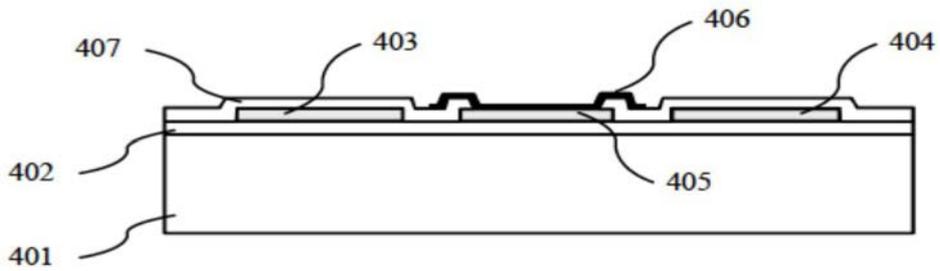


图11

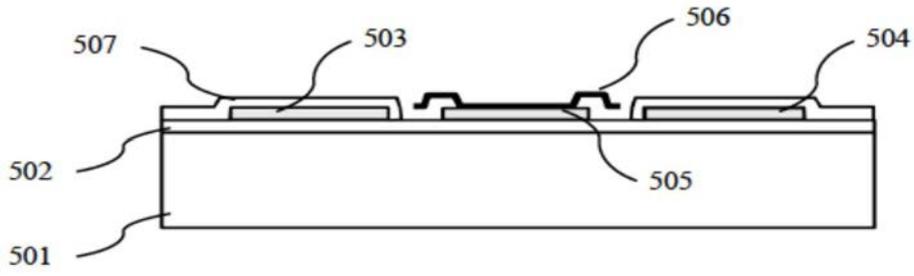


图12

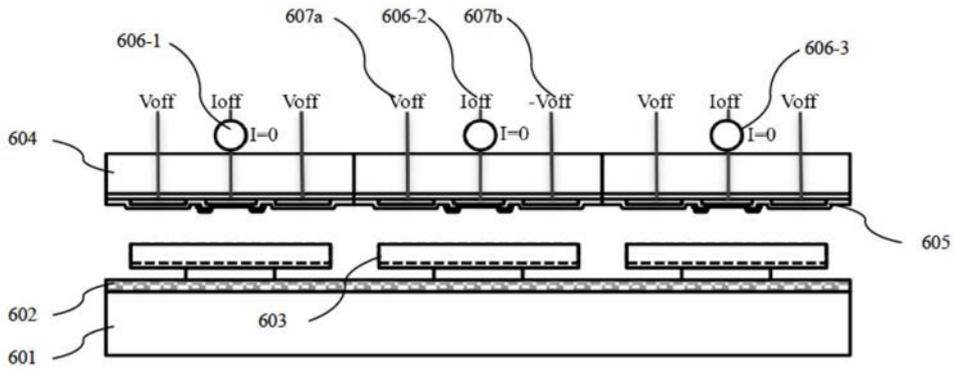


图13

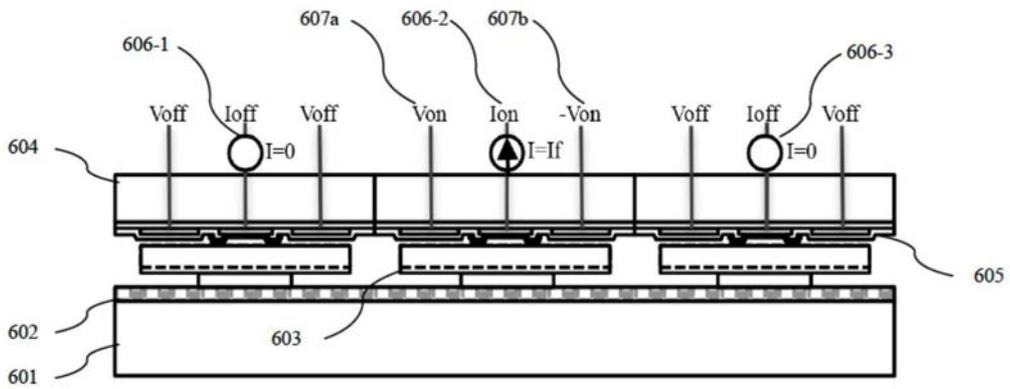


图14

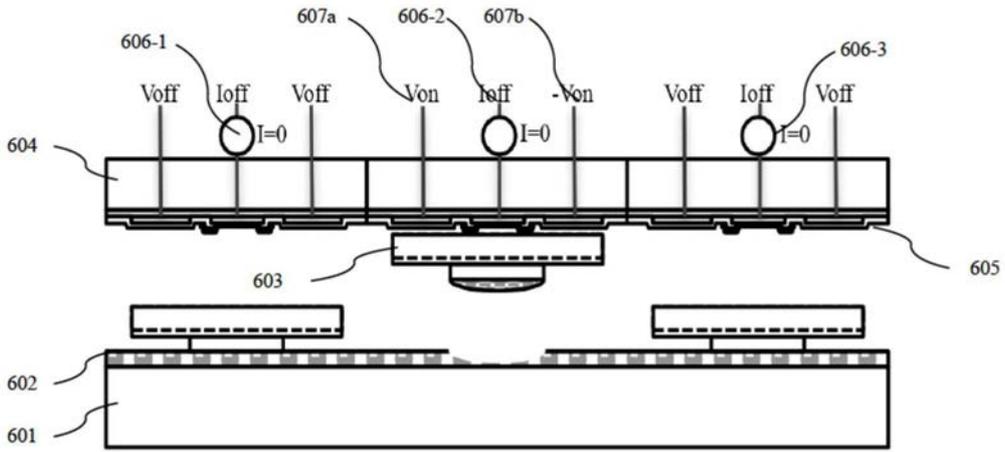


图15

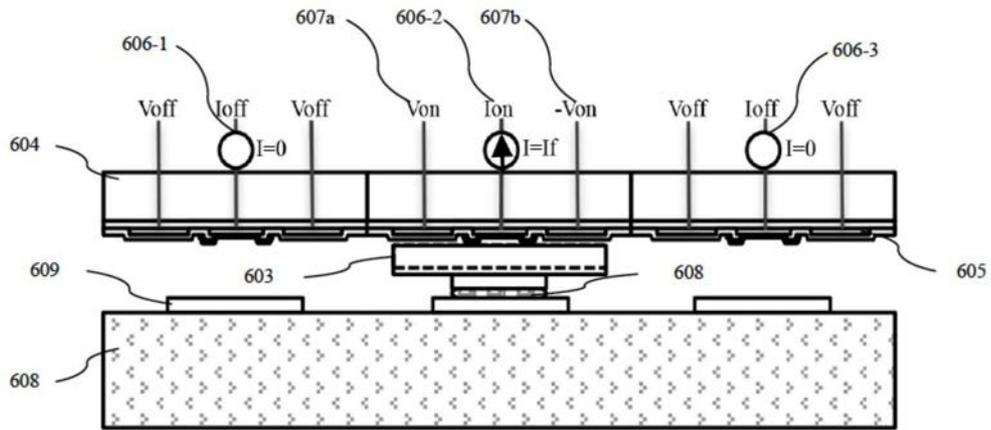


图16

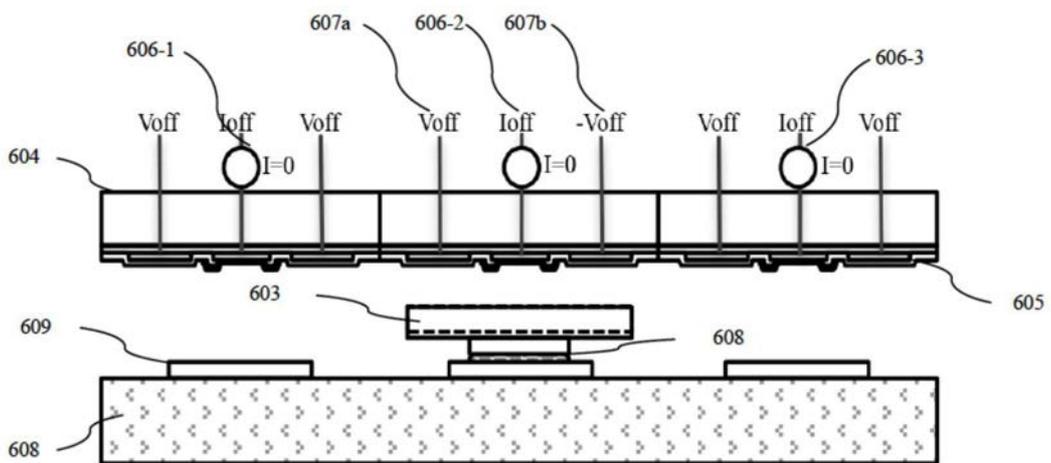


图17

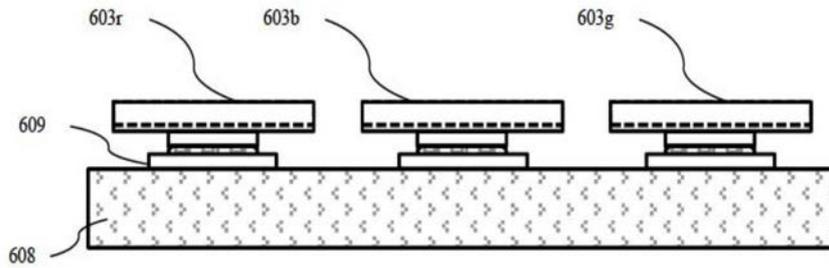


图18

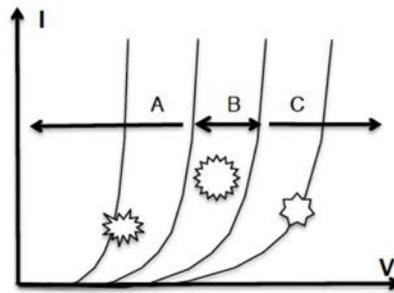


图19

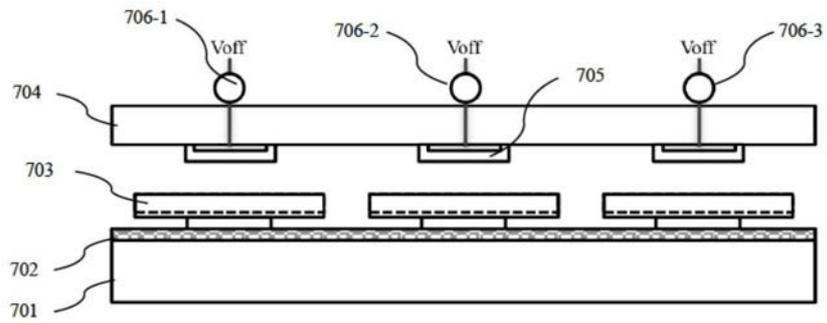


图20

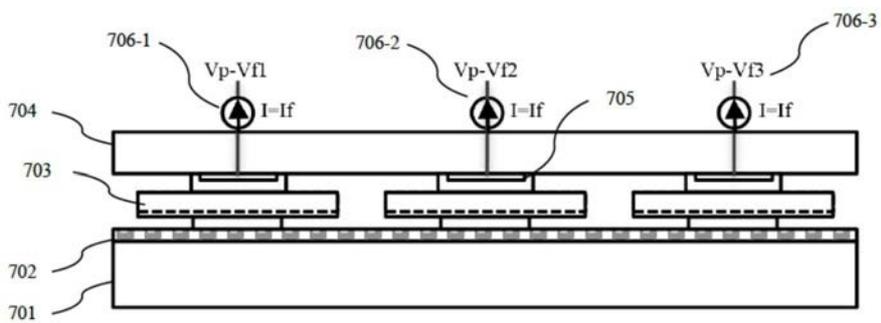


图21

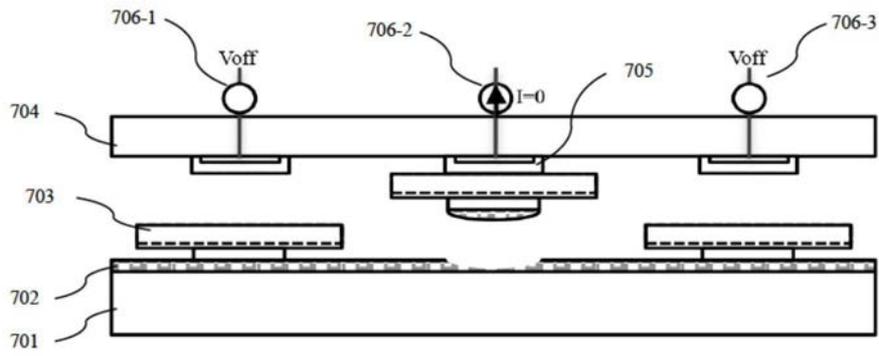


图22

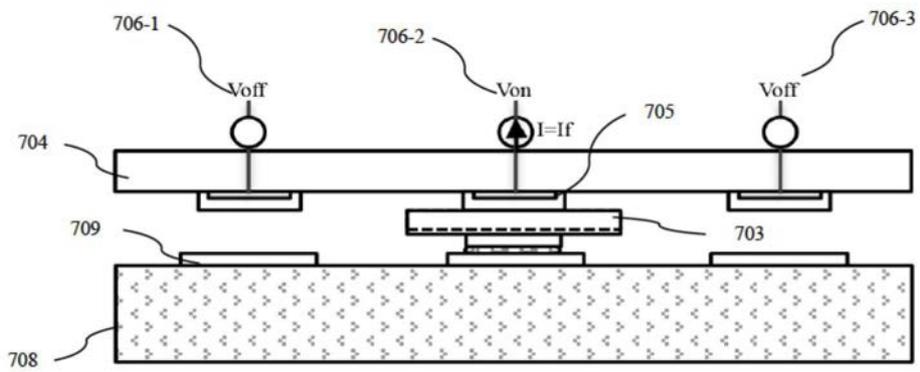


图23

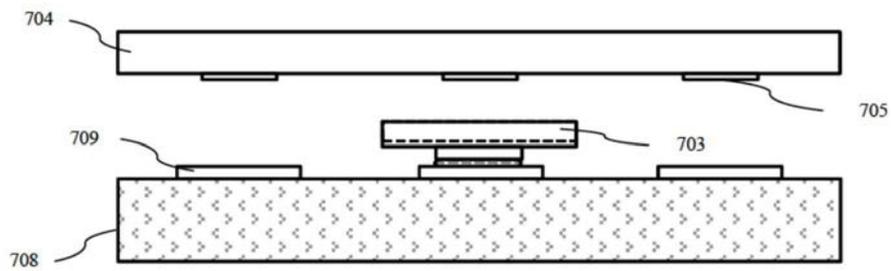


图24

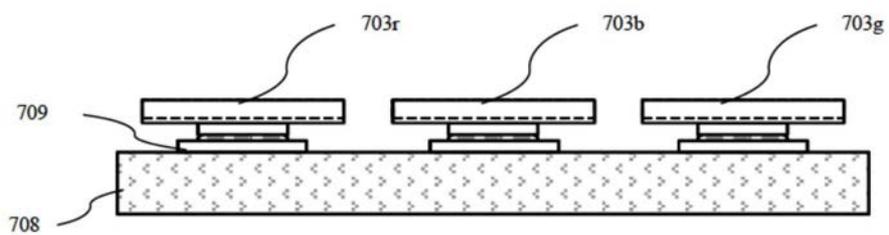


图25