



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105531839 B

(45)授权公告日 2017.09.29

(21)申请号 201480050371.9

(22)申请日 2014.09.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105531839 A

(43)申请公布日 2016.04.27

(30)优先权数据

13184246.0 2013.09.13 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.03.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/NL2014/050625 2014.09.12

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/037993 EN 2015.03.19

(73)专利权人 荷兰应用自然科学研究组织TNO

地址 荷兰海牙

(72)发明人 格温·埃尔马努斯·盖林克

艾伯特·乔斯·扬·马里·万布里曼

保卢斯·威廉默斯·玛丽亚·布洛姆

(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 杜诚 陈炜

(51)Int.Cl.

H01L 51/52(2006.01)

H01L 51/50(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0080665 A1,2012.04.05,

US 2012/0126704 A1,2012.05.24,

CN 1806470 A,2006.07.19,

审查员 孔敏

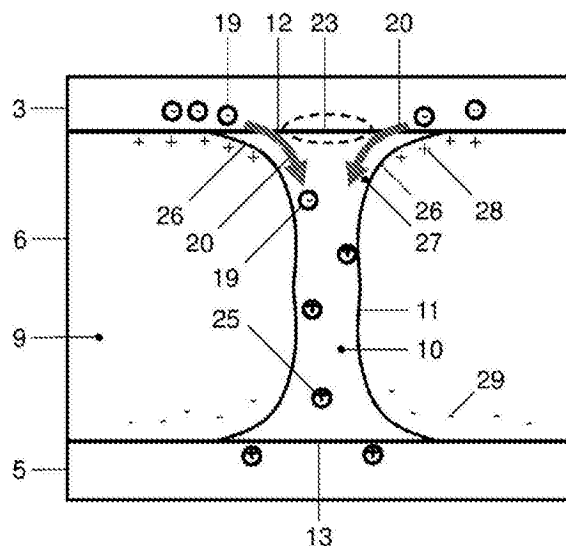
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

多色发光二极管、半导体显示单元及其制造方法

(57)摘要

多色发光二极管包括阳极电极层、阴极电极层以及发光层,该发光层介于所述电极层之间且与所述电极层接触,该发光层包括电致发光半导体材料与铁电材料的混合,并且其中所述电极层中的至少之一或两者与该电致发光半导体材料一起形成可调制注入势垒,其中该阳极电极层或阴极电极层中的至少一个由两个或多个颜色选择电极组成,并且其中所述两个或多个颜色选择电极中的每个包括不同的导电材料,用于使得在使用时能够发出具有取决于通电的相应电极的颜色的光。



1. 一种多色发光二极管,包括:

阳极电极层;

阴极电极层;以及

发光层,介于所述阳极电极层和所述阴极电极层之间且与所述阳极电极层和所述阴极电极层接触,所述发光层包括:

电致发光半导体材料与铁电材料的混合物,并且其中所述阳极电极层和所述阴极电极层中的至少之一与所述电致发光半导体材料一起形成可调制注入势垒,其中所述阳极电极层和所述阴极电极层中的至少一个由两个或多个颜色选择电极组成,并且其中所述两个或多个颜色选择电极中的每个包括不同的导电材料,用于使得在使用时能够发出具有取决于通电的相应电极的颜色的光。

2. 如权利要求1所述的多色发光二极管,其中所述发光层的所述电致发光半导体材料被布置,使得所述电致发光半导体材料形成穿过所述铁电材料的多个电致发光通道,所述电致发光通道在所述阳极电极层和所述阴极电极层之间延伸以便与所述阳极电极层和所述阴极电极层接触。

3. 如权利要求2所述的多色发光二极管,其中每个所述电致发光通道在其一端与所述颜色选择电极中的相应颜色选择电极接触,并且其中所述电致发光通道的平均通道直径使得其取决于所述相应颜色选择电极的所述导电材料被调节,以调节发出的光的颜色。

4. 如前述权利要求中任一项所述的多色发光二极管,其中所述发光层包括至少第一部分与第二部分,其中所述第一部分包括第一电致发光半导体材料与所述铁电材料的混合物,并且其中所述第二部分包括第二电致发光半导体材料与所述铁电材料的混合物。

5. 如权利要求4所述的多色发光二极管,其中每个颜色选择电极包括第一区域以及第二区域,所述第一区域与所述发光层的所述第一部分接触,并且所述第二区域与所述发光层的所述第二部分接触。

6. 如权利要求1至3中任一项或权利要求5所述的多色发光二极管,其中所述颜色选择电极的所述导电材料为一个组的成员,该组包括:Ag、Au、ITO、ZnO、以及导电聚合物。

7. 如权利要求1至3中任一项或权利要求5所述的多色发光二极管,其中所述发光层的所述电致发光半导体材料为一个组的成员,该组包括:聚亚苯基、聚对苯乙烯、聚芴以及前述均聚物的共聚物。

8. 一种半导体显示单元,包括像素化发光组件,所述像素化发光组件包括像素布置,其中每个像素包括如前述权利要求中之一所述的多色发光二极管。

9. 如权利要求8所述的半导体显示单元,包括用于形成所述像素的所述阳极电极层的阳极电极布置与用于形成所述像素的所述阴极电极层的阴极电极布置,其中所述阳极电极层由多个阳极电极条形成,并且其中所述阴极电极层由多个阴极电极条形成,所述阳极电极条与所述阴极电极条彼此横切,其中每个像素的所述两个或多个颜色选择电极由所述阳极电极层或所述阴极电极层中的任一个或两者组成,使得在包括所述颜色选择电极的所述阳极电极层或所述阴极电极层内,所述颜色选择电极由邻近的电极条形成。

10. 如权利要求8或9所述的半导体显示单元,就从属于权利要求4而言,其中所述第一部分与所述第二部分由第一部分条与第二部分条形成,所述第一部分条与所述第二部分条被布置成与所述颜色选择电极横切。

11. 一种制造发光二极管的方法,所述方法包括步骤:

设置阳极电极层;

设置发光层,所述发光层包括电致发光半导体材料与铁电材料的混合物;以及

设置阴极电极层;

其中设置所述阳极电极层和所述阴极电极层与所述发光层,使得所述发光层被布置在所述阳极电极层和所述阴极电极层之间且与所述阳极电极层和所述阴极电极层接触;以及

其中选择所述阳极电极层和所述阴极电极层中的至少之一的电极材料与所述电致发光半导体材料,使得所述阳极电极层和所述阴极电极层中的所述至少之一与所述电致发光半导体材料一起形成可调制注入势垒;

其中,所述方法还包括步骤:

针对所述阳极电极层和所述阴极电极层中的至少之一,从多个导电材料选择所述电极材料,以获得使得在使用时能够提供期望颜色的光的所述发光二极管。

12. 如权利要求11所述的制造发光二极管的方法,其中针对设置所述阳极电极层和所述阴极电极层中的至少一个,所述阳极电极层和所述阴极电极层中的至少一个被设置成由两个或多个颜色选择电极组成;

其中选择所述电极材料的所述步骤包括步骤:为了设置所述两个或多个颜色选择电极中的每个而选择不同的导电材料,用于使得在使用时能够选择性发出具有取决于通电的相应电极的颜色的光。

13. 如权利要求12所述的方法,其中设置所述发光层,使得在混合物中的所述电致发光半导体材料形成穿过所述铁电材料且在所述阳极电极层和所述阴极电极层之间延伸的多个电致发光通道,从而每个电致发光通道与所述颜色选择电极中的相应颜色选择电极接触;所述方法还包括步骤:

将所述电致发光通道的平均通道直径与相应颜色选择电极的所述导电材料匹配,以使得能够发出期望颜色的光。

14. 如权利要求12或13所述的方法,其中所述发光层被设置为具有第一部分与第二部分,还包括步骤:

为了设置所述第一部分,选择用于第一混合物的第一电致发光半导体材料,所述第一混合物包括所述第一电致发光半导体材料与所述铁电材料;以及

为了设置所述第二部分,选择用于第二混合物的第二电致发光半导体材料,所述第二混合物包括所述第二电致发光半导体材料与所述铁电材料。

15. 如权利要求11至14中任一项所述的方法在制造半导体显示单元的方法中的使用,还包括步骤:

设置由像素布置形成的像素化发光组件;其中每个像素包括发光二极管,并且其中所述发光组件由布置在阳极电极布置与阴极电极布置之间的发光层来设置,其中设置所述像素化发光组件的所述步骤包括:

设置所述阳极电极布置以形成所述像素的阳极电极层,其中所述阳极电极层由多个阳极电极条形成;

设置所述阴极电极布置以形成所述像素的阴极电极层,其中所述阴极电极层由多个阴极电极条形成;以及

针对所述阳极电极层和所述阴极电极层中的至少之一,从多个导电材料选择所述电极材料,以获得使得在使用时能够提供期望颜色的光的所述发光二极管。

16. 如权利要求1至3中任一项或权利要求5所述的多色发光二极管,其中所述颜色选择电极的所述导电材料为导电聚合物,所述导电聚合物为PEDOT:PSS。

17. 如权利要求4所述的多色发光二极管,其中所述发光层的所述第一部分或所述第二部分的所述电致发光半导体材料为一个组的成员,该组包括:聚亚苯基、聚对苯乙烯、聚芴以及前述均聚物的共聚物。

多色发光二极管、半导体显示单元及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种发光二极管,该发光二极管包括阳极电极层、阴极电极层以及发光层,该发光层介于所述电极层之间且与所述电极层接触,发光层包括电致发光半导体材料与铁电材料的混合物,并且其中所述电极层中的至少之一或两者与电致发光半导体材料一起形成可调制注入势垒。本发明还涉及半导体显示单元,制造发光二极管的方法以及这种方法在制造半导体显示装置的方法中的使用。

背景技术

[0002] 可挠性显示技术的发展对很多应用来说,已变得越来越重要。可挠性显示器最大的卖点(promise)不只是效能特性,而是显著降低成本的能力。可挠性显示器发展中的领先技术是由基于有机发光二极管(organic light-emitting diode,OLED)的显示器所形成。

[0003] 举例而言,在国际专利申请W0 2008/143509与W02010/062178中说明了在此领域中最新发展的例子。这些文件说明包括发光层的发光二极管,发光层由电致发光半导体材料以及铁电材料的混合物组成。在这些发光二极管中,半导体通道形成在电极层之间且嵌入铁电材料。这些技术依赖于电极层与半导体通道之间的可调制注入势垒,以维持像素开(on)或关(off)状态,而不需要持续通电,因而节能。

[0004] 然而,尽管进行进一步改善有机发光二极管的设计的持续努力,已认知到当有机发光二极管具有多色能力时,有机发光二极管显示器才会真的有用。为了达到这个目标,可使用彩色滤光片或者直接沉积红、绿与蓝三种颜色。这两种技术都相当地昂贵。

[0005] 为了调节颜色,另一种方案使用腔效应(cavity effect);然而,这导致不期望的角度相依性。在另一方案中,有机发光二极管可彼此堆叠,且分开或一起驱动以实现多色发射。这节省了每个像素的面积。然而,层数仍然相同且此解决方案难以和主动矩阵式驱动结合。另一解决方案通过精心堆叠工程,利用施加电压使颜色偏移。然而,此效果相对小且需要复杂的(电压调制)驱动机制。

[0006] 本发明的目的是提供克服现有技术方法的缺点的多色可挠性显示器技术。

发明内容

[0007] 本发明可达成上述的目的,本发明提供一种多色发光二极管,该多色发光二极管包括阳极电极层、阴极电极层以及发光层,该发光层介于所述电极层之间且与所述电极层接触。该发光层包括电致发光半导体材料与铁电材料的混合物。所述电极层中的至少之一或两者与该电致发光半导体材料一起形成可调制注入势垒。该阳极电极层或该阴极电极层中的至少一个由两个或多个颜色选择电极组成,并且其中两个或多个颜色选择电极的每个包括不同的导电材料,用于使得在使用时能够发出具有取决于通电的相应电极的颜色的光。

[0008] 在本发明的发光二极管(LED)中,从该发光二极管获得的发出的光的颜色通过适当选择用作该阳极电极层或该阴极电极层中的任一个或两者的电极材料的导电材料而预

先决定。通过提供至少一个电极,使得其由颜色选择电极组成,其中颜色选择电极由不同的精心挑选的电极材料构成,可得到多色发光二极管。如将会理解的,操作任一个颜色选择电极将提供不同颜色的光。通过同时操作多个颜色选择电极可得到其它颜色。如脉宽调制的切换技术或是可能强度控制使得按照可得到很多不同的混色的方式混合颜色。

[0009] 由于具有电极层之间的发光层的平坦配置,包括颜色选择电极的本发明的配置可以适合地以任意类型的电极配置来实现。举例而言,这些包括:如根据本发明被实现为显示单元的发光二极管布置的被动矩阵(横条)配置以及主动矩阵薄膜晶体管(TFT)配置。如将理解的,发光二极管也可被实现为单个多色发光二极管装置或多个发光二极管的布置。此外,该配置对于实现为有机发光二极管特别地有利,但本发明不限于此。

[0010] 依照实施例,在根据本发明的多色发光二极管中发光层的电致发光半导体材料可以被布置成使得其形成穿过所述铁电材料的多个电致发光通道,所述电致发光通道在所述电极层之间延伸以与所述电极层接触。此外,依照又一个实施例,每个所述电致发光通道在其一端与所述颜色选择电极中的相应颜色选择电极接触,并且所述电致发光通道的平均通道直径使得其取决于相应颜色选择电极的导电材料被调节,以调节发出的光的颜色。已发现发出光的颜色不仅与颜色选择电极的导电材料(如电极材料)的选择有关。此外,所获得的光的颜色也与嵌入铁电材料内的半导体材料的通道的直径有关。相比于具有较大的半导体通道直径的相同配置,对于较小的通道直径,从二极管获得的光相对红移得多。在不被任何理论限制的情况下,认为这是由于铁电杂散场对靠近与铁电材料的边界的半导体的受激状态的影响而导致的。在此文件中,下面会更进一步详细说明这一点。当制造和施加铁电-半导体混合物时,其通道的直径可通过改变工艺条件而调节,从而改变混合物的形态。

[0011] 依照另一个实施例,发光二极管的发光层包括至少第一部分与第二部分,其中该第一部分包括第一电致发光半导体材料与所述铁电材料的混合物,且其中所述第二部分包括第二电致发光半导体材料与所述铁电材料的混合物。发出光的颜色还可通过选择用于发光层的半导体材料而预先决定。如将会理解的,在电致发光半导体材料中电子和空穴再结合时,通过激子衰减由有机发光二极管发出辐射。发出辐射的频率与半导体材料的性质(如价带与导带的能阶)有关。因此,如在本实施例中,提供具有不同部分的发光层,其中每个部分包括不同的半导体材料,增加利用本发明的发光二极管可取得的颜色数目。

[0012] 在上述实施例的优选变型中每个颜色选择电极包括第一区域以及第二区域,该第一区域与发光层的所述第一部分接触,且该第二区域与发光层的所述第二部分接触。在本实施例中,发光二极管包括至少四个不同的区域(取决于颜色选择电极的数目与发光层部分的数目):该第一颜色选择电极和发光层的第一部分接触、该第一颜色选择电极和发光层的第二部分接触、该第二颜色选择电极和发光层的第一部分接触、以及该第二颜色选择电极和发光层的第二部分接触。半导体材料与颜色选择电极的电极材料的每一对将会提供不同颜色的光。再者,这些不同区域可被独立开启和关闭,从而允许所提供的颜色的混合的无限可能性。

[0013] 除了提供多色发光二极管之外,本发明的原理还可以有利地用于增加多色光显示器的色域(color gamut)。本发明不限于应用的颜色选择电极的任意数目。虽然在此说明的大部分实施例中,将描述包括两个颜色选择电极的发光二极管,但这仅是按照说明本发明的方式来描述的,而不会不必要地使本发明复杂。技术人员需了解根据需要本发明可以被

实现为具有三个、四个、五个或甚至更多颜色选择电极。此外,还在这些实施例中,其中发光层由至少第一与第二部分组成,也可使用任意期望数目的部分。

[0014] 可精心挑选用于所述颜色选择电极的导电材料以获取期望颜色的光,举例而言,可从一个组的成员中挑选,该组包括:银(Ag)、金(Au)、氧化铟锡(ITO)、氧化锌(ZnO)以及如PEDOT:PSS的导电聚合物。此外,用于发光层的电致发光半导体材料或从属于该实施例的用于发光层的该第一或第二部分的电致发光半导体材料可被精心挑选以获得特定颜色的光。举例而言,电致发光半导体材料可为一个组的成员,该组包括聚亚苯基(polyphenylenes)、聚对苯乙烯(polyphenylene vinylenes)、聚芴(polyfluorenes)以及前述均聚物(homopolymer)的共聚物(co-polymers)。

[0015] 依据本发明的其它方面,提供一种包括像素化(pixelated)发光组件的半导体显示单元。该像素化发光组件包括像素布置,其中每个像素包括根据前述的实施例中的任何实施例的多色发光二极管。本发明的发光二极管可以有利地用于制造具有多色像素的显示装置。

[0016] 在其具体实施例中,半导体显示单元包括用于形成所述像素的阳极电极层的阳极电极布置与用于形成所述像素的阴极电极层的阴极电极布置,其中该阳极电极层由多个阳极电极条形成,且其中该阴极电极层由多个阴极电极条形成,阳极电极条与阴极电极条彼此横切,其中每个像素的两个或多个颜色选择电极由所述阳极电极层或阴极电极层中的任一个或两者组成,使得在包括颜色选择电极的所述电极层内,所述颜色选择电极由邻近的电极条形成。以此方式,可获得主动矩阵型显示单元,用于独立切换每个像素的颜色选择电极,以在使用显示单元制造的显示屏幕上显示多色图片。

[0017] 依照另一实施例,其中该发光层由多个部分组成,包括至少第一部分与第二部分,第一部分与第二部分由第一部分条与第二部分条形成,且第一部分条与第二部分条被布置成与所述颜色选择电极横切。可理解的是,发光层由多于两个部分组成,这些部分条可以有利地全部被布置成与所述颜色选择电极横切。颜色选择电极与部分条横切布置允许利用矩阵配置使每个像素的不同区域通电。

[0018] 依照本发明的第二方面,提供一种制造发光二极管的方法。该方法包括步骤:设置提供阳极电极层;设置发光层,该发光层包括电致发光半导体材料与铁电材料的混合物;以及设置阴极电极层;其中设置电极层与发光层,是使得发光层被布置在所述电极层之间且与所述电极层接触,以及其中选择所述电致发光半导体材料、以及所述电极层中的至少之一或两者的电极材料,使得所述至少之一或两者的电极层与电致发光半导体材料一起形成可调制注入势垒,其中所述方法还包括步骤:针对所述电极层中的至少之一或两者,从多个导电材料中选择电极材料,以获得使得在使用时能够提供期望颜色的光的所述发光二极管。已发现在装置配置中,该装置配置基于包括电致发光半导体材料与铁电材料的混合物的发光层、且在半导体层与电极中的至少一个之间具有非欧姆性接触,精选挑选用于设置电极的导电材料使得能够制造器光的颜色与选择的导电材料与铁电极化有关的发光装置。举例而言,这使得能够制造很多不同颜色的有机发光二极管装置,其可被操作以提供任意颜色的光。鉴于以此方法获得的结构的相对简单的设计,这与例如依赖于使用彩色滤光片或堆叠层的传统设计相比是更有利的。

[0019] 依照该方法的特定实施例,设置阳极电极层或设置阴极电极层的步骤中的至少一

个或两者,所述电极层被设置成由两个或多个颜色选择电极组成,其中选择电极材料的所述步骤包括步骤:为了设置所述两个或多个颜色选择电极中的每个,选择不同的导电材料,用于使得在使用时能够选择性发出具有取决于通电的相应电极的颜色的光。这使得能够制造出多色发光装置,例如多色有机发光二极管。

[0020] 此外,依照另一个实施例,设置发光层,使得在混合物中的电致发光半导体材料形成穿过所述铁电材料且在所述电极层之间延伸的多个电致发光通道,从而每个电致发光通道与所述颜色选择电极中的相应颜色选择电极接触。根据本实施例的方法还包括步骤:将所述电致发光通道的平均通道直径与相应颜色选择电极的导电材料匹配,以使得能够发出期望颜色的光。在本文中,稍后将说明发光二极管发出的光的颜色与这些半导体通道的直径的相关性。

[0021] 根据方法的另一实施例,设置具有第一部分与第二部分的发光层,还包括步骤:为了设置第一部分,选择用于第一混合物的第一电致发光半导体材料,该第一混合物包括第一电致发光半导体材料与所述铁电材料;以及为了设置第二部分,选择用于第二混合物的第二电致发光半导体材料,该第二混合物包括第二电致发光半导体材料与所述铁电材料。

[0022] 依照另一方面,本发明涉及如上所述的方法在制造半导体显示单元的方法中的使用,该制造方法还包括步骤:设置由像素布置形成的像素化发光组件;其中每个像素包括发光二极管,且其中该发光二极管组件由布置在阳极电极布置与阴极电极布置之间的发光层来设置,其中设置所述像素化发光组件的所述步骤包括:设置用于形成所述像素的阳极电极层的阳极电极布置,其中该阳极电极层由多个阳极电极条形成;以及设置用于形成所述像素的阴极电极层的阴极电极布置,其中该阴极电极层由多个阴极电极条形成;以及,针对所述电极层中的至少之一或两者,从多个导电材料中选择电极材料,以获得使得在使用时能够提供期望颜色的光的所述发光二极管。

附图说明

[0023] 参照附图,通过本发明的一些具体实施例的描述将进一步说明本发明。

[0024] 图1是根据本发明的发光二极管的剖面示意图。

[0025] 图2是本发明的发光二极管的进一步的示意图。

[0026] 图3是根据本发明的发光二极管的另一实施例。

[0027] 图4是在本发明的发光二极管中铁电材料内的半导体通道的放大示意图。

[0028] 图5a是在本发明的发光二极管中在欧姆和非欧姆注入势垒中的电流注入的示意图。

[0029] 图5b示意性图示来自图5a图示的欧姆与非欧姆通道的光发射。

[0030] 图6图示从本发明的发光二极管(LED)发出光的频谱分析图。

[0031] 图7示意性图示根据本发明的实施例的显示单元。

[0032] 图8图示根据本发明的另一实施例的显示单元。

[0033] 图9图示本发明的方法。

具体实施方式

[0034] 在图1中,示意性图示依据本发明的发光二极管(LED)的剖面。发光二极管1包括阴

极3与阳极5。发光层6被布置在阴极3与阳极5之间。发光层6由铁电材料9与电致发光半导体材料10的混合物组成。半导体材料10与铁电材料9均为聚合物型。由于聚合物混合物因其低混合焓 (enthalpy) 与小的熵 (entropy) 增益而倾向于相分离的事实, 可将绝缘的铁电聚合物与发光半导体聚合物混合, 以获取具有独特铁电性与半导性区域的合成物。如图1所示, 此行为用以制造其内嵌有多个半导性通道11的铁电聚合物材料层。半导性通道11延伸穿过发光层6, 以与阴极3和阳极5接触。同阴极3的界面12与同阳极5的界面13形成通道11与电极3和5中的每个电极之间的电子与空穴的注入势垒。

[0035] 注入势垒12或13中的至少一个可以为可调制注入势垒。术语“可调制注入势垒”是指可从低阶切换到高阶的电荷注入所需能量跃迁的注入势垒。结果, 当能量势垒高时, 仅少数载荷子能从电极进入半导体通道。当能量势垒在低阶状态时, 载荷子可容易地穿越注入势垒进入半导体通道。换句话说, 在低能阶状态, 由注入势垒提供的电阻低, 因此通过半导体通道11的电流将是大的。结果, 当可调制注入势垒在低能状态时发光二极管所发出的光强度将是相对大的。在注入势垒的高能状态下, 载荷子跨越注入势垒有障碍, 即注入势垒的电阻相对大。结果, 仅少数载荷子可穿越注入势垒进入半导体通道。

[0036] 参考图4, 其中提供了嵌在铁电材料9内的半导性通道11的放大示意图。在图4中图示了在每个电极与半导体通道11之间的注入势垒12与13。在图1和图4中, 阴极3由与通道11内的半导体材料10形成非欧姆接触的导电材料构成。阳极电极5由与在通道11内的半导体材料10形成欧姆接触的导电材料构成。在电压将施加到阴极3与阳极5两端但不足以强到极化铁电材料的情况下, 电流注入会穿过阳极与通道11之间的欧姆注入势垒13而发生, 然而, 非欧姆注入势垒12防止载荷子穿过势垒, 而提供了高电阻。在图4, 阴极3与阳极5两端的电压足以大到极化铁电材料9。结果, 由于该极化, 靠近阴极3由电荷累积 (例如在区域28) 造成的杂散场降低靠近与半导体通道11的边界的注入势垒12的能隙。因此, 电子19可穿越靠近通道11边界的注入势垒, 如箭头20所示。在铁电材料9内的杂散场的影响限于通道11的边缘。因此, 由附图标记23与虚线椭圆大体指出的中心区域中, 注入势垒不被影响。结果, 载荷子进入半导体材料的流入主要发生在靠近通道的边缘。

[0037] 特别是在图4图示的情况中, 其中注入势垒13是欧姆性且注入势垒12是可调制的, 通过注入势垒12与13两者的电荷流入是不平衡的。换句话说, 比起载荷子 (电子) 19穿过注入势垒12, 载荷子 (空穴) 25更容易穿过注入势垒13进入半导体通道11。结果, 载荷子19与25的再结合主要发生在靠近注入势垒12, 即靠近铁电材料9与半导体材料10之间的界面26。这也是从由铁电材料9内电荷累积 (28) 造成的杂散场经受最多影响的区域。认为由于斯塔克效应 (Stark effect), 因外部电场的存在而使组件的频谱线漂移与分离, 受激态漂移, 结果发出的光与在没有这些场的情况下发出的光相比发生红移。发出光的颜色因此取决于选择的金属或图4实施例中阴极3的导电材料。结果, 通过为形成可调制注入势垒的电极选择不同的导电材料, 可在本发明的发光二极管中产生不同颜色的光。此效应可以有利地用于制造多色有机发光二极管 (OLED)。

[0038] 在图2中, 示意性图示根据本发明的有机发光二极管 (OLED) 的实施例。在图2的实施例中, 发光二极管包括阳极5与发光层6。发光层由铁电材料与电致发光半导体材料的混合物组成, 其中半导体材料形成多个通道, 所示多个通道延伸穿过阳极层5与阴极层3之间的层6。如图2大致指示的阴极层3包括两个颜色选择电极15与16。每个颜色选择电极由不同

的导电材料构造。精心挑选颜色选择电极15与16中的每个的导电材料(电极材料),以与半导体通道形成非欧姆接触。结果,如图2所示的发光二极管能产生两种不同颜色的光,根据这两种不同颜色的光,结合阳极5将颜色选择电极15或16通电。

[0039] 在图3中图示另一个实施例。图3图示了包括第一阳极38与第二阳极39的发光二极管。第一阳极38与二极管的发光层的第一部分35接触。第二阳极39与二极管的发光层的第二部分36接触。和阳极38与39横切地,颜色选择电极31与32和发光层的第一部分35与第二部分36两者接触。发光层的第一部分35由铁电材料与第一型的电致发光半导体材料的混合物组成。第二部分36由铁电材料与第二型的电致发光半导体材料的混合物组成。虽然在图3的本实施例中,在第一部分35与第二部分36中的铁电材料可为相同的铁电材料,但这非本发明的必要条件:在发光层的第一与第二部分中的每个部分的混合物的铁电材料可为不同的铁电材料。精心挑选颜色选择电极31与32中的每个的电极材料,以和发光层的第一部分35的第一型半导体材料形成非欧姆接触,以及和发光层的第二部分36的第二型半导体材料形成非欧姆接触。此外,借助于在每个部分35与36中的铁电材料,形成在每个颜色选择电极31与32以及每个部分35与36之间的注入势垒如上述成为可调制的。

[0040] 使用图3的上述配置,由此制造的有机发光二极管(OLED)的表面包括可独立控制的四个不同区域。当其上通电时,这四个区域中的每个发出不同颜色的光。由第一颜色选择电极31与发光层的第一部分35之间的接触区域形成第一区域。由第一颜色选择电极31与发光层的第二部分36形成第二区域。由第二颜色选择电极32与发光层的第一部分35形成第三区域,以及由第二颜色选择电极32与发光层的第二部分36形成第四区域。在每个上述区域中,颜色选择电极中电极材料与发光层上相应部分的半导体材料的不同组合会决定局部发出光的颜色。因此,从发光层发出光的颜色在这四个区域中的每个区域中将会不同。阳极分成第一阳极38与第二阳极39允许独立对发光二极管的四个区域的每个通电。在图5a中,示意性图示了跨越欧姆与非欧姆接触的注入势垒的电流注入差异。在图5a的左部,钡(Ba)电极和半导体通道40形成欧姆接触。半导体通道40由F8BT形成,F8BT是一种半导性聚合物。具有钡电极的欧姆性注入区域43允许跨越注入势垒的整个表面的电流注入,如箭头42所示。在图5A的右侧,相同的聚合物半导体材料形成半导体通道45。然而,在这种情况下,电极由银(Ag)制成,从而银和半导体材料形成非欧姆性注入势垒47。因此,电流注入将仅发生在靠近注入势垒47的边缘区域,如附图标记48所示。电流以箭头49示意性地指出。

[0041] 图5b图示如图5a所示的相同的半导体通道40与45。在图5b中,图示了取决于光在通道产生的位置从每个半导体通道发出的光。在半导体通道40中,在部分55,即半导体通道的中间部分产生大部分光。部分光产生在环绕中间部分55的同心区域57,且部分光产生在边缘区域59。然而,在半导体通道45中,由于下述事实注入势垒的中间部分63不会(或几乎不)产生光:可如图5a所示有效防止通过注入势垒的这部分的电流注入。环绕中间部分的区域66会产生部分光,且另一部分光产生在边缘区域67。然而,因为来自铁电材料的杂散场存在,来自环绕区域66与边缘区域67的光会红移。这也是通道40的区域59与57的情况,然而既然从中间部分55产生通道40中的大部分光,仅限制被感知的最终光的颜色红移的影响。

[0042] 图6图示了图5a与图5b伴随银电极的半导体通道45的频谱分析。除了从F8BT电致发光半导体聚合物预期的一般发光之外,还清楚观测到在540纳米(nanometer)附近有红移尖峰。

[0043] 由于在本发明的实施例中光主要产生在靠近半导体材料与铁电材料之间的界面以及靠近电极的边缘区域中,与一般发射频谱相比,红移的光的量可通过改变半导体通道的直径来控制。当半导体通道较小时,通道的边缘区域的相对影响较大,因此来自较小直径通道的光通常与来自较大直径通道的光相比红移得更多。因此,通过适当地选择混合物中半导体聚合物与铁电材料的比率,可控制通道的直径且可调节产生的光的颜色。

[0044] 图7示意性图示依据本发明的半导体显示单元。半导体显示单元75基于图3图示的发光二极管的实施例。在图7中,发光层由多个部分条80与81所组成。每个部分条80由铁电材料与第一电致发光半导体聚合物SC1的混合物组成。每个条81由铁电材料与第二半导体聚合物SC2组成。

[0045] 和条80与81横切地,多个电极条84与85被排列在横跨半导体层的表面上。每个电极条84由第一导电材料M1组成,第一导电材料M1和条80与81中的半导体SC1与SC2形成非欧姆性与可调制接触。每个电极条85由导电材料M2组成,导电材料M2和半导体材料SC1与SC2中的每个形成非欧姆性与可调制的注入势垒。在条80与81下方,多个其它电极条和条80与81平行地且和电极84与85横切地被布置。因此半导体显示单元75包括主动矩阵配置,用于单独地对显示单元表面上的多个像素通电。像素网格由虚线87与89示意性地图示。每个像素由四个区域组成,如图7中右上角的像素90所示。

[0046] 像素90由可独立通电的区域90a、90b、90c与90d组成。一旦将区域90a至90c中的任一个通电,像素90将提供不同颜色的光。应理解通过同时点亮多个区域90a至90d,可得到混合的颜色。为此,可应用脉宽调制切换方案,以获得很多不同颜色的光。

[0047] 在图8中示意性图示半导体显示单元的另一实施例。半导体显示单元93由形成阴极与阳极的电极布置之间的单个发光层98组成。在发光层98下方,多个氧化铟锡(ITO)电极条95形成第一电极层。

[0048] 在发光层98的顶部,多个横切电极条(100、101、102)形成第二电极层。第二电极层由三个不同的金属电极的连续序列组成。电极条100由第一金属M1组成,电极条101由第二金属M2组成,以及电极条102由第三金属M3组成。仔细挑选金属M1至M3,以与发光层98的混合物中存在的半导体材料形成非欧姆性与可调制注入势垒。至于本发明的其它实施例,发光层98由铁电材料与合适的电致发光半导体材料的混合物组成。半导体显示单元93的像素结构由虚线105与108示意性图示。每个像素由三个区域组成,从三个区域得到不同的颜色。再者,通过使用脉宽调制切换方案,半导体显示单元93的像素可提供很多可选择颜色的光。

[0049] 在图9中示意性图示依据本发明的方法。此方法始于在步骤112设置第一电极层。第一电极层可由较小电极布置组成,如上文提过的。然后,在步骤114中,设置发光材料层。在步骤114中设置在电极层上的发光层由铁电材料与合适的聚合物半导体材料的混合物组成。为此,从已知材料的储存场121选择合适的铁电材料(步骤120)。从已知聚合物半导体材料的储存场123选择聚合物半导体材料(步骤122)。在步骤125中,将铁电材料与聚合物半导体材料混合,以及由于其特征(低混合焓与小的熵增益)将倾向于相分离。在步骤114中可以将发光层沉积在电极层上,从而形成期望的半导体通道。在步骤130中,将从已知导电材料的储存场131选择适当的导电材料。在步骤116中,将该导电材料用于制造第一颜色选择电极。类似地,在步骤135中,将从储存场136选择另一导电材料,以用作第二颜色选择电极。在步骤118中,将沉积第二颜色选择电极。

[0050] 在本发明的一些特定实施例方面,已经描述了本发明。应理解图中所示出的以及上述与在此描述的实施例意在仅用于说明的目的,而不意在以任何方式或手段限制本发明。在此讨论的本发明的上下文仅由所附权利要求的范围限制。

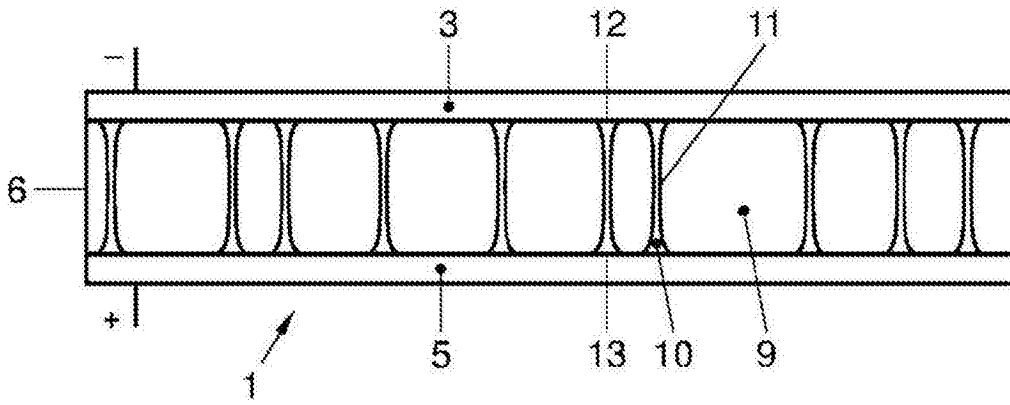


图1

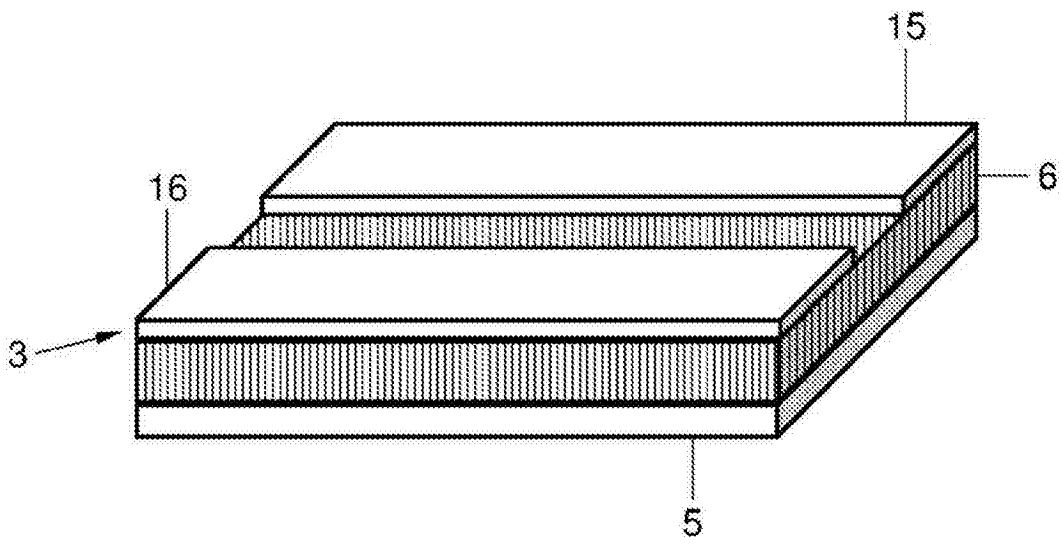


图2

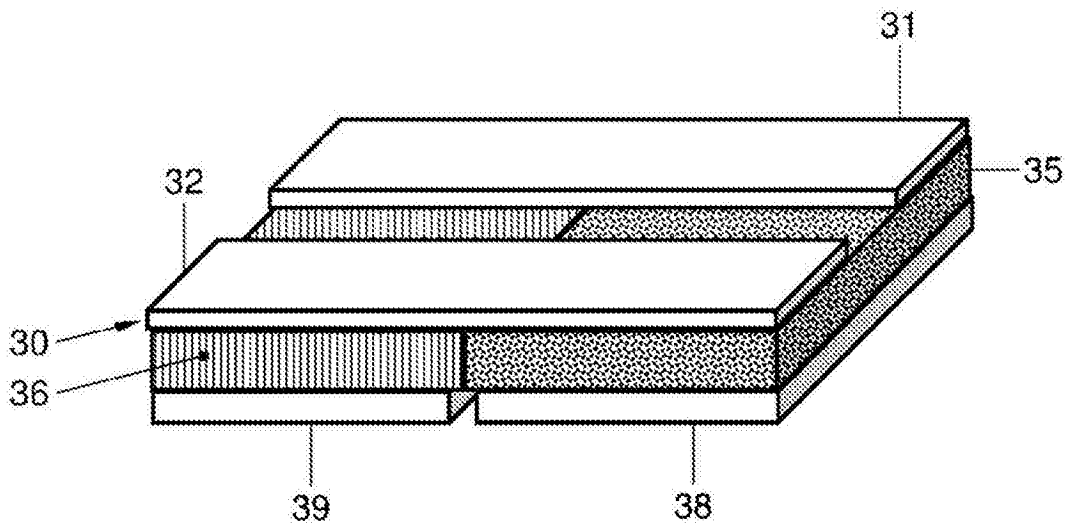


图3

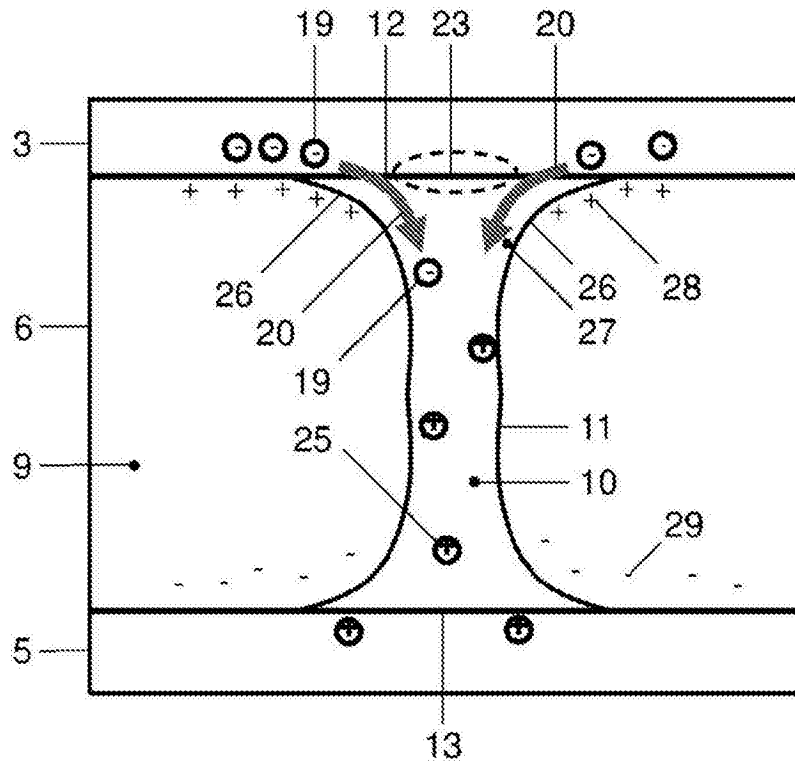


图4

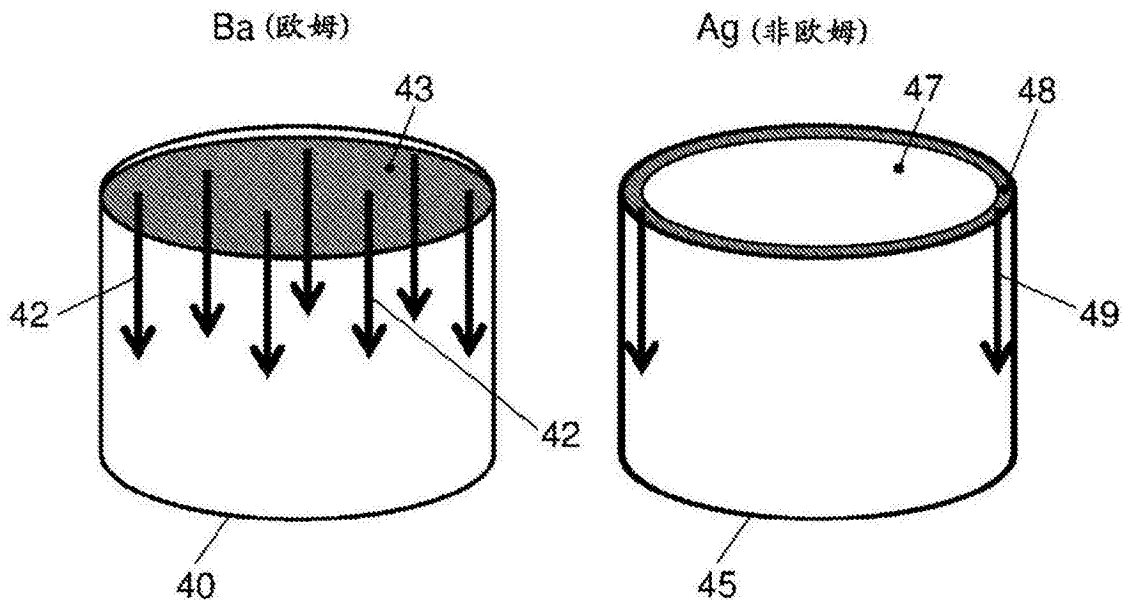


图5A

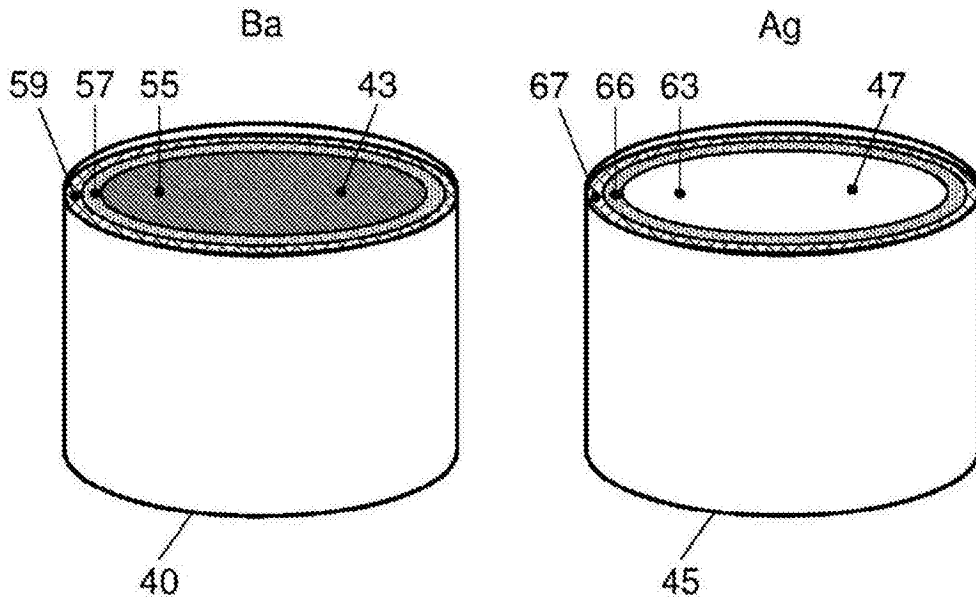


图5B

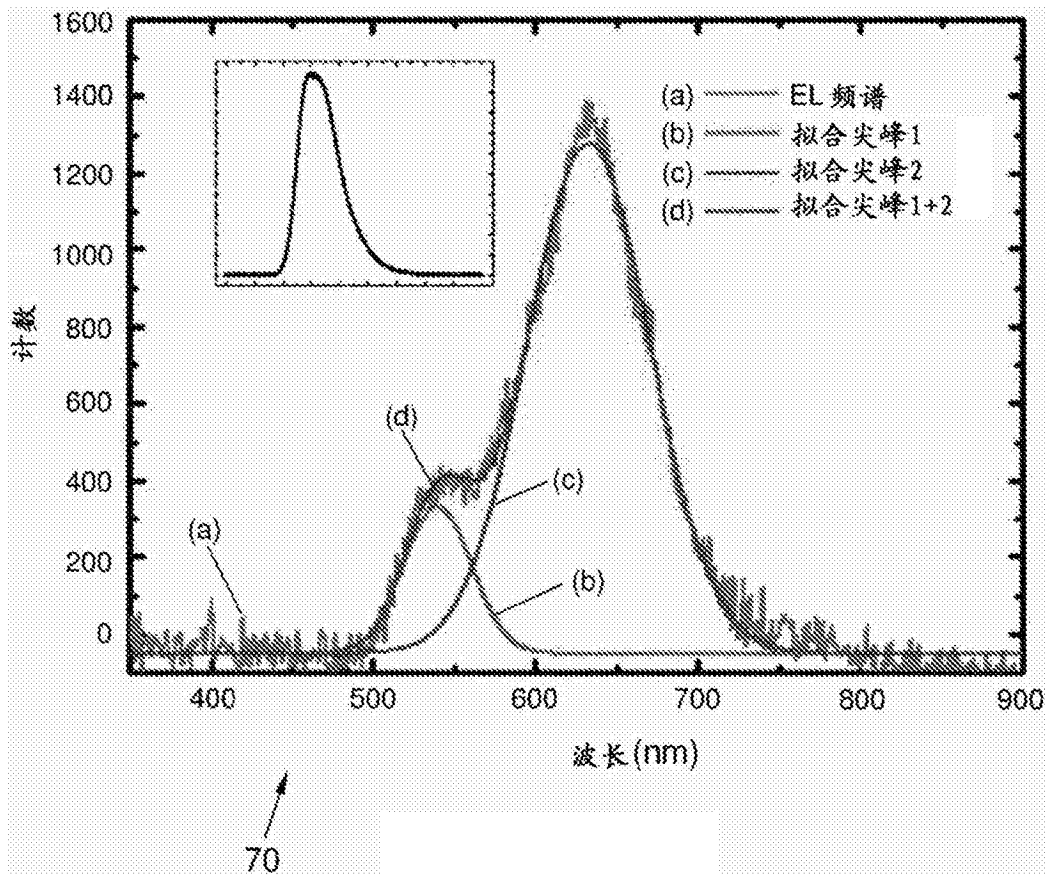


图6

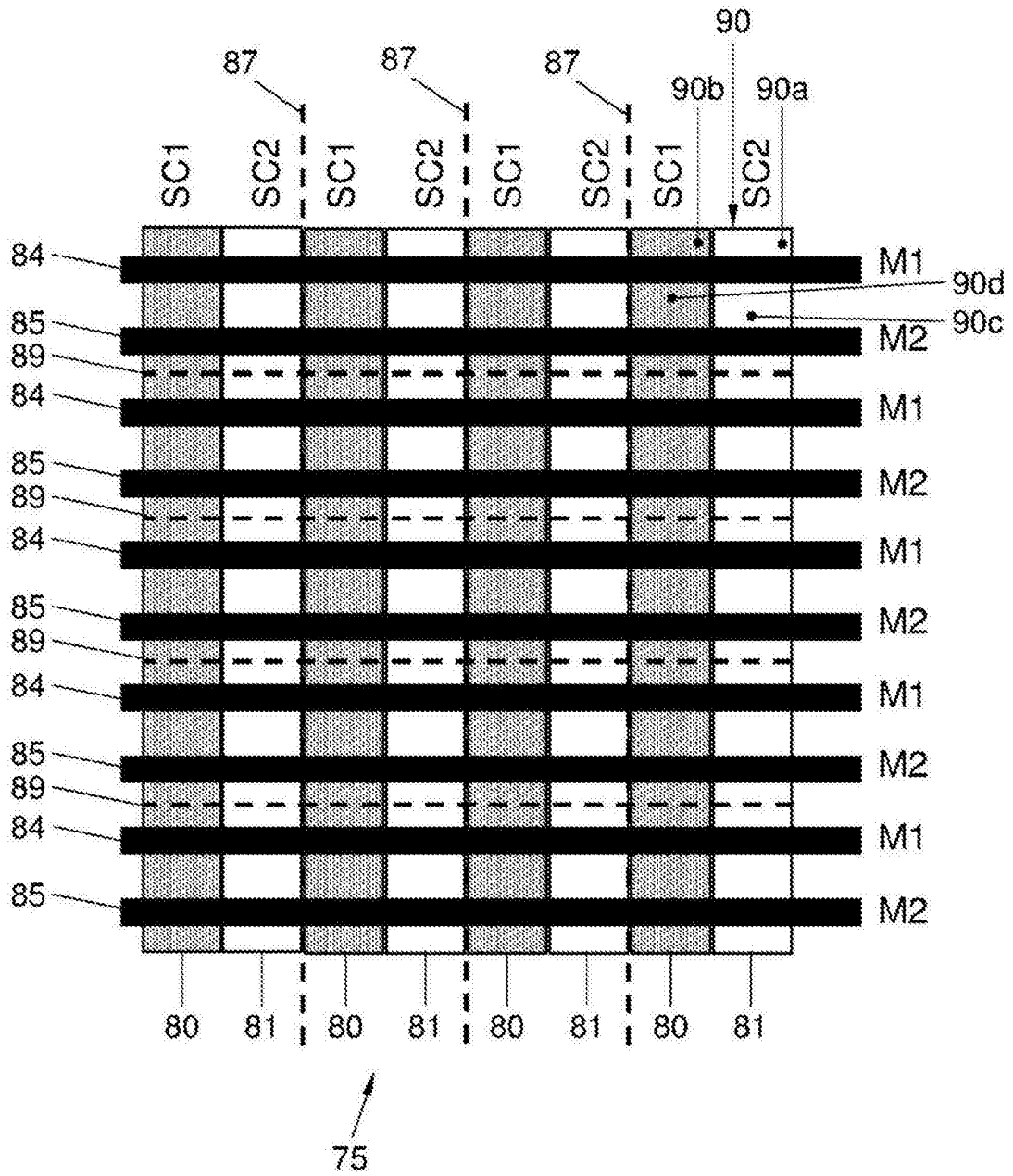


图7

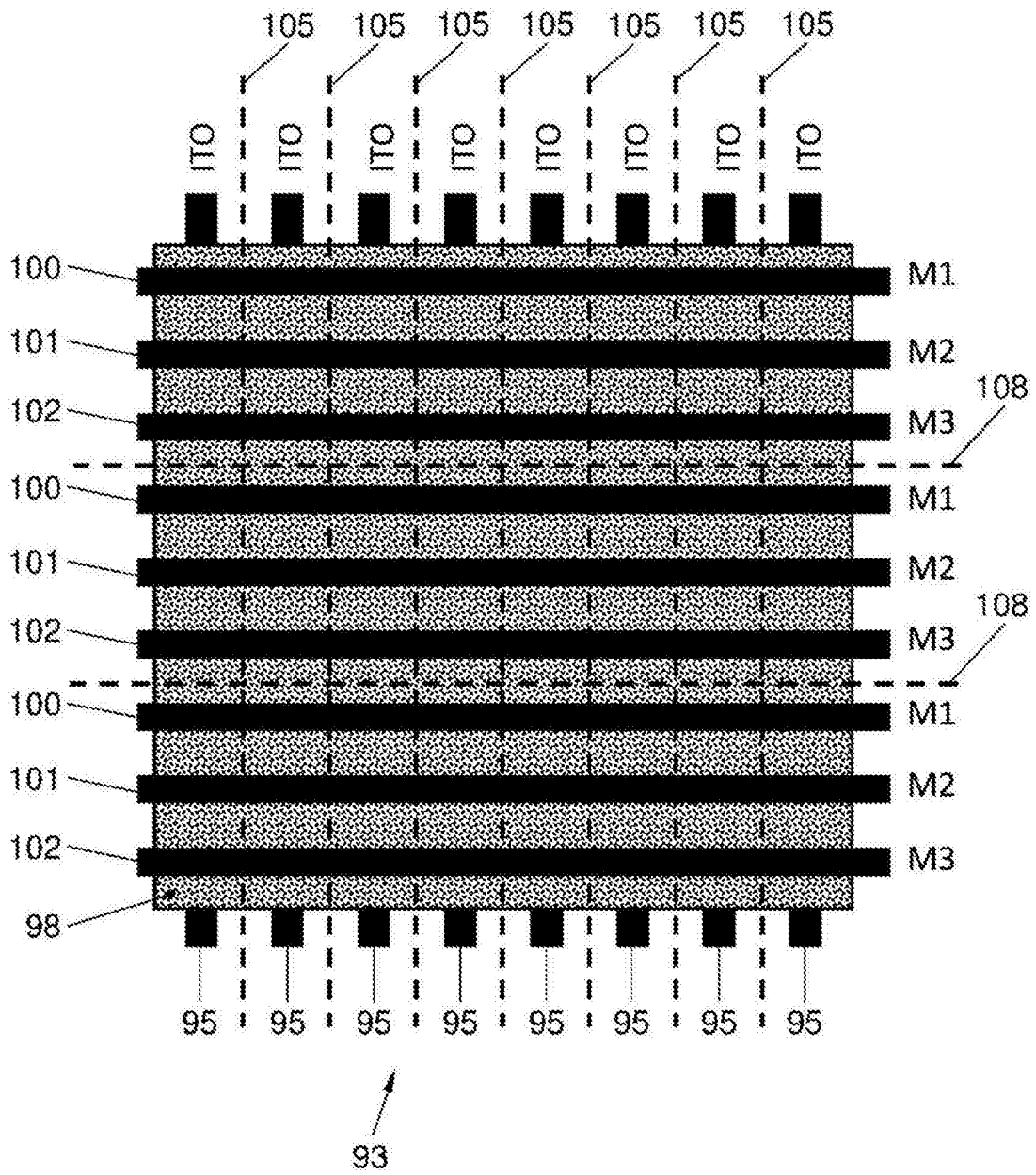


图8

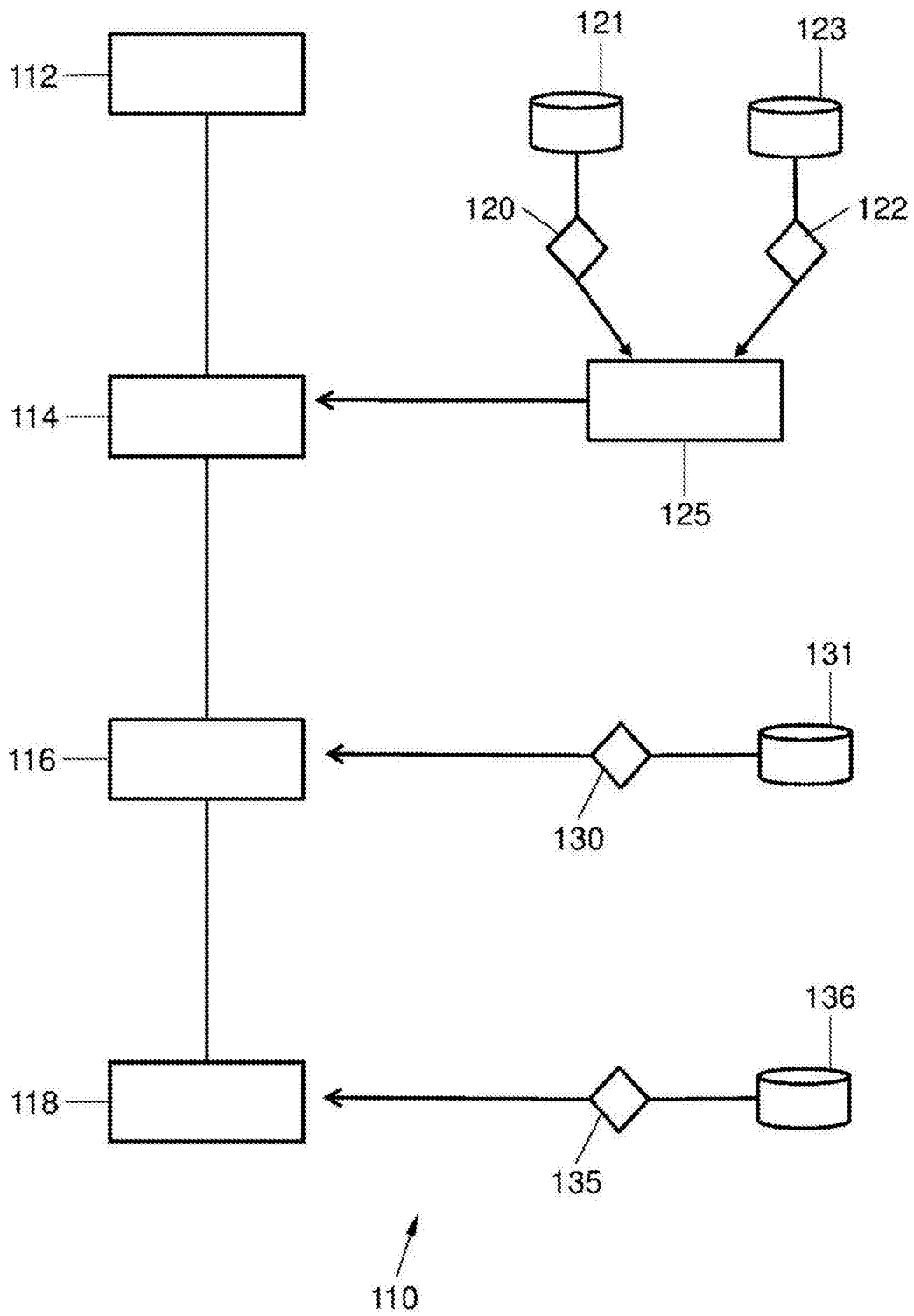


图9

专利名称(译)	多色发光二极管、半导体显示单元及其制造方法		
公开(公告)号	CN105531839B	公开(公告)日	2017-09-29
申请号	CN201480050371.9	申请日	2014-09-12
[标]申请(专利权)人(译)	荷兰应用自然科学研究组织		
申请(专利权)人(译)	荷兰应用自然科学研究组织TNO		
当前申请(专利权)人(译)	荷兰应用自然科学研究组织TNO		
[标]发明人	格温·埃尔马努斯·盖林克 艾伯特·乔斯·扬·马里·万布里曼 保卢斯·威廉默斯·玛丽亚·布洛姆		
发明人	格温·埃尔马努斯·盖林克 艾伯特·乔斯·扬·马里·万布里曼 保卢斯·威廉默斯·玛丽亚·布洛姆		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/50 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5209 H01L27/3281 H01L51/0035 H01L51/5036 H01L51/52 H01L51/5225		
代理人(译)	杜诚 陈炜		
审查员(译)	孔敏		
优先权	2013184246 2013-09-13 EP		
其他公开文献	CN105531839A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

多色发光二极管包括阳极电极层、阴极电极层以及发光层，该发光层介于所述电极层之间且与所述电极层接触，该发光层包括电致发光半导体材料与铁电材料的混合，并且其中所述电极层中的至少之一或两者与该电致发光半导体材料一起形成可调制注入势垒，其中该阳极电极层或阴极电极层中的至少一个由两个或多个颜色选择电极组成，并且其中所述两个或多个颜色选择电极中的每个包括不同的导电材料，用于使得在使用时能够发出具有取决于通电的相应电极的颜色的光。

