(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104916659 B
(45)授权公告日 2017.12.26

(21)申请号 201510109094.0

(22)申请日 2015.03.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104916659 A

(43)申请公布日 2015.09.16

(30)优先权数据
708/DEL/2014 2014.03.12 IN

(73)专利权人 坎普尔印度理工学院
地址 印度,北方邦

(72)发明人 B·马萨里 A·甘威尔

(74)专利代理机构 北京市铸成律师事务所 11313
代理人 孟锐

(51)Int.Cl.
H01L 27/32(2006.01)
H01L 51/05(2006.01)
H01L 51/50(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开2003-229616 A,2003.08.15,
KR 10-2006-0033133 A,2006.04.19,
CN 101188246 A,2008.05.28,

审查员 马晓敏

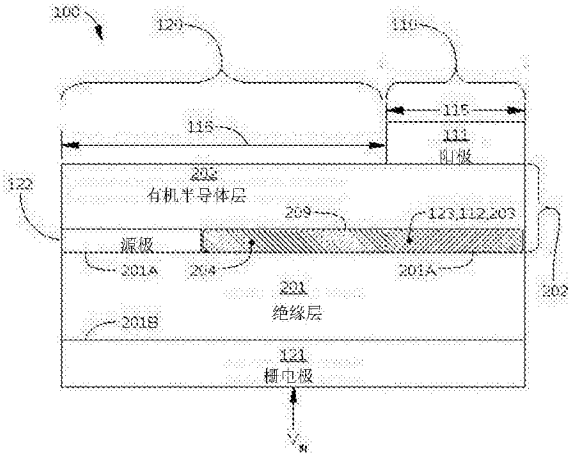
权利要求书3页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

使用累积层作为电极的与发光二极管合并的有机薄膜晶体管

(57)摘要

一种新颖的发光器件包括有机薄膜结构,通过将有机薄膜晶体管中的电子累积层的一部分用作每个结构共用的电极,所述有机薄膜结构与有机发光二极管结构合并。有机薄膜结构和有机发光二极管结构各自包括有机半导体,有机半导体包括这样的材料:在材料的主体区域中的空穴迁移率比主体区域中的电子迁移率大。这种发光器件的优势包括:与单独制造OTFT和OLED结构以及随后将它们互连而形成像素相比,具有较不复杂的处理和更简单的像素电路结构。此外,相对于发光晶体管,一些实施例提供了更适合用于显示器件的更宽广的光发射区域的优势。



CN 104916659 B

1.一种光发射器件,包括:

有机发光二极管,其包括

绝缘体基底;

有机半导体,其形成在所述绝缘体基底的第一表面上且包括这样的材料:在所述材料的主体区域中空穴迁移率特性比在所述主体区域中的电子迁移率特性大;以及

第一电极,其与所述有机半导体电耦合且可工作以将空穴注入所述有机半导体中;以及

薄膜晶体管,其包括

所述有机半导体;

栅电极,其布置在所述绝缘体基底的第二表面上;以及

源电极,其与所述有机半导体电耦合且可工作以将电子注入所述有机半导体中,其中所述薄膜晶体管可工作以在所述有机半导体与所述绝缘体基底之间的界面处形成电子累积层,并且所述电子累积层的至少一部分可工作以充当所述薄膜晶体管的漏极电极以及充当所述有机发光二极管的阴极。

2.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述光发射器件是电子显示器件。

3.如权利要求1所述的光发射器件,包括有机半导体层,所述层具有在所述有机发光二极管内的第一部分和在所述薄膜晶体管内的第二部分。

4.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述电子累积层包括第一部分和第二部分,其中所述电子累积层的所述第一部分构造为充当所述有机发光二极管的发射区域,还充当所述薄膜晶体管的所述漏电极,所述第二部分构造为充当所述薄膜晶体管的沟道。

5.如权利要求4所述的光发射器件,其中所述发射区域具有至少等于所述有机发光二极管的阳极电极长度的长度。

6.如权利要求5所述的光发射器件,其中所述源电极的长度小于所述发射区域的长度。

7.如权利要求4所述的光发射器件,其中所述第一部分构造为使得所述空穴在所述第一部分中与所述电子结合而发射辐射线。

8.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述电子累积层包括构造为充当所述漏电极的第一部分。

9.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述有机半导体布置在所述绝缘体基底与所述第一电极之间。

10.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述有机半导体包括这样的材料:在所述主体区域中的所述空穴迁移率特性比所述主体区域中的所述电子迁移率特性大,使得所述有机发光二极管中的光发射发生在所述电子附近。

11.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述绝缘体基底的所述第二表面布置成与所述绝缘体基底的所述第一表面相反且基本平行。

12.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述有机半导体包括p型发光材料。

13.如权利要求12所述的光发射器件,其中所述p型发光材料包括并四苯($C_{18}H_{12}$)。

14.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述有机半导体材料形成为沉积在所述绝缘体基底上的层。

15.如权利要求1所述的光发射器件,其中所述薄膜晶体管包括与所述有机半导体电耦

合的第二源电极，所述有机发光二极管布置在所述源电极与所述第二源电极之间。

16.如权利要求1所述的光发射器件，其中所述有机半导体包括这样的材料：在沟道区域中的电子迁移率特性充分大于在所述主体区域中的所述空穴迁移率特性，使得在阳极电极下方均匀地发生电流流动和光发射。

17.如权利要求1所述的光发射器件，其中所述有机发光二极管不包括构造为将电子注入所述半导体材料中的金属电极。

18.如权利要求1所述的光发射器件，其中所述薄膜晶体管不包括构造为漏电极的金属电极。

19.一种电子装置，所述电子装置包括：

存储器；

处理器，其与所述存储器耦合；以及

发光器件，其与所述处理器耦合，所述发光器件包括：

有机发光二极管，包括：

有机半导体，其包括这样的材料：在所述材料的主体区域中的空穴迁移率大于所述主体区域中的电子迁移率；形成在绝缘体基底的第一表面上；且与构造为将空穴注入所述有机半导体材料中的第一电极电耦合；以及

薄膜晶体管，包括：

所述有机半导体；

第二电极，其布置在所述绝缘体基底的第二表面上且构造为所述薄膜晶体管的栅电极；以及

第三电极，其与所述有机半导体电耦合且构造为充当所述薄膜晶体管的源电极且可工作以将电子注入所述有机半导体，其中所述薄膜晶体管可工作以在所述有机半导体和所述绝缘体基底之间的界面处形成电子累积层，并且所述电子累积层的至少一部分构造为充当所述薄膜晶体管的漏电极且充当所述有机发光二极管的阴极。

20.如权利要求19所述的电子装置，其中所述有机发光二极管不包括构造为将电子注入所述半导体材料的金属电极。

21.如权利要求19所述的电子装置，其中所述薄膜晶体管不包括构造为漏电极的金属电极。

22.如权利要求19所述的电子装置，其中所述电子累积层的第一部分构造为充当发射区域以及所述有机发光二极管的阴极电极，所述电子累积层的第二部分构造为充当所述薄膜晶体管的沟道。

23.如权利要求19所述的电子装置，其中所述电子累积层的一部分构造为充当漏电极。

24.如权利要求19所述的电子装置，其中所述有机半导体布置在所述绝缘体基底与所述第一电极之间。

25.如权利要求19所述的电子装置，其中所述有机半导体包括这样的材料：所述主体区域中的空穴迁移率大于所述主体区域中的电子迁移率，使得发射发生在所述累积层附近。

26.如权利要求19所述的电子装置，其中所述有机半导体包括这样的材料：在沟道区域中的电子迁移率特性充分大于在所述主体区域中的所述空穴迁移率特性，使得在阳极电极的下方均匀地发生电流流动和光发射。

27.如权利要求19所述的电子装置,其中所述电子装置是计算设备。

使用累积层作为电极的与发光二极管合并的有机薄膜晶体管

[0001] 本申请要求于2014年3月12日提交的印度专利申请708/DEL/2014的优先权。其全文在此引为基础。

背景技术

[0002] 除非在此处进行说明，否则该部分中所描述的方法不是本申请权利要求的现有技术并且不因包含在该部分中而承认是现有技术。

[0003] 正在积极地开发诸如有机发光二极管(OLED)、有机薄膜晶体管(OTFT)、有机太阳能电池(OSC)等有机半导体器件，用于多种应用。这是因为，印刷技术能够用来制造这些器件，这利于半导体器件的低成本制造以及引入用于半导体器件的新的且有柔性的基底，诸如塑料或纸基底。结果是，OLED已达到高度成熟且已得以在电子显示器领域中实现商业化应用，示例包括简单的MP3播放器、智能手机和平板电视。

[0004] 概述

[0005] 根据本公开的至少一些实施例，一种光发射器件，包括：有机发光二极管和薄膜晶体管。有机发光二极管包括有机半导体，有机半导体包括这样的材料，在所述材料的主体区域中空穴迁移率比在所述主体区域中的电子迁移率大，其形成在绝缘体层的第一表面上，电耦合到第一电极，第一电极构造成将空穴注入有机半导体材料中。薄膜晶体管包括有机半导体、第二电极和第三电极，第二电极布置在绝缘体层的第二表面上，且配置为薄膜晶体管的栅电极，第三电极布置在绝缘体层的第一表面上，且电耦合到有机半导体上，且构造成用作薄膜晶体管的源极，其中薄膜晶体管可操作以在所述有机半导体与所述绝缘体基底之间的界面处形成电子累积层，所述电子累积层可工作以将电子注入所述有机半导体，所述电子累积层的至少一部分可配置以充当所述薄膜晶体管的漏极电极以及充当所述有机发光二极管的阴极。

[0006] 根据本公开的至少一些实施例，一种计算装置包括存储器、与所述存储器耦合的处理器以及与所述处理器耦合的发光器件，所述发光器件包括有机发光二极管和薄膜晶体管。有机发光二极管包括有机半导体，有机半导体包括这样的材料：在所述材料的主体区域中的空穴迁移率大于所述主体区域中的电子迁移率，形成在绝缘体层的第一表面上，且与构造为将空穴注入所述有机半导体材料中的第一电极电耦合。薄膜晶体管，包括：所述有机半导体；第二电极，其布置在所述绝缘体层的第二表面上且构造为所述薄膜晶体管的栅电极；以及第三电极，其布置在所述绝缘体层的第一表面上，与所述有机半导体电耦合且构造为充当所述薄膜晶体管的源电极，所述薄膜晶体管可工作以在所述有机半导体和所述绝缘体基底之间的界面处形成电子累积层，电子累积层可工作以将电子注入有机半导体中，并且所述电子累积层的至少一部分构造为充当所述薄膜晶体管的漏电极且充当所述有机发光二极管的阴极。

[0007] 上述概述仅是说明性的，不用于以任何方式限制。除了所示的方面、实施例和特征，根据下面的附图和详细说明，另外的方面、实施例和特征将是显而易见的。

附图说明

[0008] 图1示出了依照本公开的至少一些实施例布置的合并式有机薄膜晶体管-发光二极管(MOTLED)的电路图；

[0009] 图2示出了依照本公开的至少一些实施例布置的MOTLED的简化示意性剖视图；

[0010] 图3示出了依照本公开的至少一些实施例布置的模拟的MOTLED的简化示意性剖视图；

[0011] 图4示出了依照本公开的至少一些实施例布置的在模拟的MOTLED器件中阳极电流随阳极电压V_A的变化；

[0012] 图5示出了依照本公开的至少一些实施例布置的配置有两个源电极的MOTLED的示意性剖视图；以及

[0013] 图6比较了两个模拟MOTLED器件的复合比率曲线图。

[0014] 发明详述

[0015] 在下面的详细说明中，将参考附图，附图构成了详细说明的一部分。在附图中，除非上下文指出，否则相似的符号通常表示相似的部件。在详细说明、附图和权利要求中所描述的示例性实施例不意在限制。可以使用其它实施例，并且可以做出其它改变，而不偏离本文呈现的主题的精神或范围。将易于理解的是，如本文大致描述且如图中所图示的，本公开的方案能够以各种不同配置来布置、替代、组合、分离和设计，所有这些都在本文中明确地构思出。

[0016] 有机发光二极管(OLED)广泛用于商业应用，包括MP3播放器、智能手机和平板电视。对于简单的低分辨率显示器，通常由多行和多列OLED构成的无源矩阵OLED(PMOLED)显示器就足够了，其由布置在阴极材料条和阳极材料条之间的有机层形成。阳极条与阴极条垂直布置，使得无源矩阵OLED的像素由阴极条和阳极条的交叉处来限定。PMOLED相对容易制造，但是通常耗费更多的功率，主要是由于短的接通(ON)持续时间所需的高电流造成的。PMOLED对于文本和图标最高效且最适合于小屏幕(两英寸至三英寸对角线)，诸如常见于手机、个人数字助理和MP3播放器中的那些。

[0017] 对于高分辨率显示器，通常使用有源矩阵OLED(AMOLED)，其包括除了OLED矩阵之外的薄膜晶体管(TFT)底板。在AMOLED器件中，底板中的TFT阵列是确定哪些像素要接通从而形成图像的电路系统。结果，AMOLED器件耗费了比PMOLED较少的功率，因此更适合于大显示器。此外，AMOLED具有较快的刷新速率，使它们更适合于显示视频。通常地，在制造AMOLED器件时使用两种完全不同的技术，使得AMOLED显示器的制造复杂且昂贵。一种技术用来使用基于无定形硅或多晶硅或无定形氧化物的TFT阵列来形成底板，另一种使用有机材料的技术用来形成OLED阵列。这两个单独制造的元件的后续互连进一步增加了制造成本和花费。

[0018] 根据本公开的一些实施例，提供了一种合并式有机TFT-LED(下文称为MOTLED)结构。MOTLED是一种与有机发光二极管(OLED)结合的有机薄膜晶体管(OTFT)，它们各自一起形成在单个基底上。另外，OTFT和OLED可以形成有相同的有机半导体层，其中有机半导体层的一部分构造为电子累积层，该电子累积层能够充当OLED的阴极以及充当OTFT的漏电极。MOTLED允许AMOLED阵列形成在单个有机或高分子TFT底板上，其可以是柔性的基底。此外，

本文所描述的MOTLED的使用简化了单独制造的OTFT和OLED阵列之间的外部互连处理，大幅简化了AMOLED显示器的制造。因为相同的MOTLED器件能够作为正常晶体管工作，所以MOTLED器件能够替代其他晶体管而用于像素电路中。因此，仅需要制造一个器件，而不是两个(OLED和TFT)，从而减少了处理步骤。

[0019] 图1示出了依照本公开的至少一些实施例布置的MOTLED 100的电路图。MOTLED 100包括在单个晶体管结构中与有机薄膜晶体管(OTFT)120耦合的OLED 110。如图所示，施加到栅极121的电压V_{IN}控制OTFT 120的源电极122与漏电极123之间的电流101。随着电子从OTFT的累积层的一部分注入有机半导体层的LUMO而因此充当OLED的阴极112且在阳极111处从有机半导体层的最高占有分子轨道(HOMO)退出，电流101还从阳极111到阴极112而流经OLED 110。该后述处理还可以描述为空穴从阳极111注入有机半导体层的HOMO。静电力使电子和空穴朝向彼此而复合，形成了激子(exciton)，这是电子和空穴的束缚态。该激发态的衰减使得电子的能级松弛，伴随着频率在可视区域内的辐射线103的发射。该辐射线的频率取决于材料的能带隙，在该情况下取决于有机半导体层的HOMO(最高占有分子轨道)与LUMO(最低非占有分子轨道)之间的能量差异。

[0020] 值得注意的是，MOTLED 100在某些方面类似于也是在单个结构内提供OTFT和OLED的功能的已知器件，即所谓的有机发光晶体管(OLET)。然而，OLET具有如下缺陷：发射通常来自于晶体管沟道内的较窄区域，使得形成线性的、或条状的发射区域，而不是更适合于显示器的宽的、平面型的发射区域。这是因为，运行中的OLET更类似于串联的N型和P型OTFT，而不是串联的OTFT和OLED，而且，OLET的发射区域对应于OLET的电子累积层与空穴累积层之间的沟道区域中的行界面(line interface)。而且，OLET中的漏极电压通常也比栅极电压大得多，使得高压运行。

[0021] 与上述OLET相比较，根据MOTLED 100的一些实施例，MOTLED 100的有机半导体层中的电子累积层(下文结合图2进行说明)充当OLED 110的阴极112以及OTFT 120的漏电极123。因此，在MOTLED 100的这些实施例中，OLED 110不包括构造为将电子注入半导体材料中的金属电极，OTFT 120不包括构造为漏极的金属电极。

[0022] 图2示出了依照本公开的至少一些实施例布置的MOTLED 100的简化的示意性剖视图。MOTLED 100包括绝缘层201、形成在绝缘层201的第一表面201A上的有机半导体层202、形成在绝缘层201的第二表面201B上的栅电极121、源电极122和阳极111。如之前所提及的，MOTLED 100还包括充当OLED 110的第一区域和充当OTFT 120的第二区域，其中OTFT 120构造为控制流向OLED 110的电流，因此控制来自OLED 110的光输出。在工作时，当电压V_{IN}施加到栅电极121上时，电子累积层209形成在有机半导体202中的绝缘体201的第一表面201A上。该电子累积层209在概念上可分成两个部分：沟道区域204和布置在阳极111下方的电子累积层203，其充当OTFT 120的漏极和OLED 110的阴极112。电子从源电极122注入有机半导体层202且经由沟道204流向电子累积层203的充当漏电极123的部分。然后，这些电子朝向阳极111流动，在其处它们与在半导体-绝缘体界面附近从阳极111注入的空穴复合。因此，当正的Vgs施加到栅电极121上时，即V_{IN}，通过在半导体-绝缘体界面处累积电子来形成沟道204。该累积一直存在，直到电流流入OTFT 120中的漏电极，即漏电极123。在MOTLED 100中，该累积延伸遍布界面，因此沟道204和电子累积层203均为相同电子累积层的部分，电子累积层203充当电极。结果是，图2所示的电子累积层203构造为充当OLED 120的阴极112和漏

电极123。

[0023] 绝缘体层201可以是适合于形成与OLED结合的OTFT的任意可行介电层，且构造为MOTLED 100的栅极介电层。例如，在一些实施例中，绝缘体层201可以是氟化聚合物，诸如CYTOP。在一些实施例中，绝缘体层201可以是多层电介质，诸如双层电介质，其包括氟化聚合物和通过原子层沉积形成的高k金属氧化物层。通常，绝缘体层201包括柔性材料，从而利于用于MOTLED 100形成的卷对卷(roll-to-roll printing)印刷技术。

[0024] 有机半导体层202可以形成在绝缘体层201的第一表面201A上并且可以包括能够充当OLED 110的半导体部分和OTFT 120的半导体部分的有机半导体材料。因为OLED 110可以不包括金属阳极111，可以对半导体层201中所包含的有机半导体材料的特定的电子迁移率、空穴迁移率和电阻设定如下描述的一些约束。

[0025] 在有机半导体层202包括p型有机半导体材料的实施例中，有机半导体层202的主体部分中的空穴迁移率会显著大于有机半导体层202的主体部分中的电子迁移率。例如，在一个这样的实施例中，有机半导体层202的主体部分中的空穴迁移率可比有机半导体层202的主体部分中的电子迁移率大近似五倍。在另一这样的实施例中，有机半导体层202的主体部分中的空穴迁移率可以近似为有机半导体层202的主体部分中的电子迁移率的数量级或大于有机半导体层202的主体部分中的电子迁移率。在这些实施例中，该较大的空穴迁移率能够利于从阳极111注入的空穴与接近OLED 110的电子累积层203的电子复合，从而获得高效的、基本遍及整个电子累积层203的光发射。

[0026] 为了避免接近阳极111的邻近沟道区域204的部分的电流拥塞，从而确保电流可略微均匀地散布于阳极111上，可选择电子累积层203的电阻足够低，以使其中的电子迁移率大于主体中的空穴迁移率。分析表明，为了MOTLED 100的一些实施例运行，电子累积层203中的电子迁移率应当充分大于有机半导体层202的主体部分中的空穴迁移率。这与上述的有机半导体层202的主体部分的空穴和电子迁移率形成对比，其中空穴迁移率可以是比主体部分中的电子迁移率大的数量级。然而，公知的是沟道区域204中的载流子迁移率可以是比有机半导体层202的主体部分中的载流子迁移率大的数量级，因为许多有机半导体中的载流子迁移率随载流子密度显著增加。因为电子累积层203中的电子密度比有机半导体层202的主体部分中的高几个数量级，所以电子累积层203中的电子迁移率同样可以是比主体中的电子迁移率高的数量级。因此，即使可以选择有机半导体层202以使其具有比其主体部分中的电子迁移率高的空穴迁移率，在相同的材料中电子迁移率能够同时高于电子累积层203中的空穴迁移率。在一些实施例中，有机半导体层202可以包括符合上述要求的任意p型有机发光半导体材料。并四苯($C_{18}H_{12}$)是一种这样的适合用于实现MOTLED结构的有机半导体层202的材料。其他适合用于有机半导体层202的材料包括聚[2-甲氧基-5-(3′,7′-二甲基辛氧基)]-p-对苯撑乙烯(OC1C10-PPV)、F8BT、SQ1等，其为发光材料且适合于双极型晶体管。如果电子迁移率低于有机半导体层202的主体部分中的空穴迁移率，则OTFT 120应当作为n沟道晶体管工作，电子累积层203作为OLED 110的漏极和阴极。如果电子迁移率高于主体区域中的空穴迁移率，则OTFT 120应当作为p沟道晶体管工作，空穴累积层(而不是电子累积层203)作为OTFT 120的漏极以及作为OLED 110的阳极111。

[0027] 栅电极121可以由沉积在诸如图案化铟-锡氧化物层的绝缘体层201上的导电层形成。在工作时，施加到栅电极121上的电压使得在有机半导体-绝缘体界面处(即，沟道区域

204和电子累积层虚拟电极203)形成电子累积层203。因为电子累积层203的至少部分充当OTFT 120的漏电极123，所以施加到栅电极121上的电压控制在源电极122与电子累积层203的至少部分之间流动的电荷载流子的量。

[0028] 源电极122可由沉积在绝缘体层201上的导电层形成，阳极111可由沉积在有机半导体层202上的类似的导电层形成。在一些实施例中，源电极122和阳极111可由相同或不同的材料形成。适合用于源电极122和阳极111的材料包括图案化钼或铟-锡氧化物层或其他金属。源电极122与有机半导体层202电耦合且构造为充当OTFT 120的源电极。阳极111与有机半导体层202电耦合且构造为充当OLED 110的阳极。

[0029] 为了验证操作且对MOTLED 100的优点进行定量，利用ATLAS的有机器件模拟模块、工业上和学术机构广泛使用来调查新设计的可选性以及评估性能的两维器件模拟器来实施模拟。图3示出了依照本公开的至少一些实施例布置的模拟MOTLED 300的简化的示意性剖视图。如图所示，MOTLED 300的有机半导体层202和绝缘体层201各自具有100nm的厚度，源电极和沟道区域204各自具有1微米的长度，阳极111具有5微米的长度。将MOTLED 300的宽度取为1微米。在表1中给出了用于这些模拟的MOTLED 300不同构成层的附加材料参数。

[0030] 表1

[0031]

μ_p (主体)	$10^{-5}\ cm^2V^{-1}s^{-1}$
μ_n (主体)	$10^{-6}\ cm^2V^{-1}s^{-1}$
μ_n (沟道)	$10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}\ cm^2V^{-1}s^{-1}$
能带隙	3.0 eV
离子化电位	5.4 eV
导电和价带状态密度	$10^{21}\ cm^{-3}$
绝缘体	无泄漏的氧化物
源极接触	没有用于空穴注入的势垒 (工作函数=2.4), *例如*, Ca
漏极/阳极接触	没有用于空穴注入的势垒 (工作函数=5.4), *例如*, Au

[0032] 图4示出了依照本公开的至少一些实施例布置的模拟MOTLED器件中阳极电流随阳极电压V_A的变化。对于图4所示的结果，V_{GS}＝40V，其中V_{GS}是栅电极121与源电极122之间的电压差。图4示出了对于在模拟中使用的μ_n(沟道)三个不同值而言阳极电流基本线性变化，表

明MOTLED 300的OTFT 120在线性工作模式下工作。这与在OLET中采用的饱和模式下工作形成对比。模拟还表明，基本在阳极111与绝缘体层201之间而不是在沟道区域204中发生复合。此外，模拟表明，复合区非常广泛地遍及电子累积层203，而不是在OLET情况下在沟道区域204中央的线性的、条状区域。结果是，由于该较大的发光区域，MOTLED 300通常非常适合用于显示器中。

[0033] 为了使复合率在MOTLED的阳极电极下方更均匀，在一些实施例中，MOTLED结构构造有短接在一起的两个源电极。图5示出了依照本公开的至少一些实施例布置的构造有两个源电极的MOTLED 500的示意性剖视图。如图所示，MOTLED 500在构造上基本类似于图2中的MOTLED 200，除了MOTLED 500包括电耦合的第一和第二源电极522之外。在一些实施例中，阳极111等距布置在第一和第二源电极522之间。在这些实施例中，在阳极111下方复合可以更加均匀，从而使得在MOTLED 200中形成更加均匀照射的光发射区域。模拟已经表明，与仅包括单个源电极的MOTLED器件而言，这些实施例的复合曲线图更加均匀。在图6中图示出一种这样的模拟的结果。

[0034] 图6将两个模拟MOTLED器件的复合比率曲线图601和602进行比较，其中μ_n(沟道)$=10^{-2}cm^2V^{-1}s^{-1}$。复合比率曲线图602显示出在具有单个源极的模拟MOTLED器件中遍及诸如图2中的电子累积层203的电子累积层的复合比率。这种MOTLED器件在构造上可基本类似于图2中的MOTLED 100。复合比率曲线图601显示出在具有两个源电极的模拟MOTLED器件中遍及电子累积层的复合比率。这种MOTLED器件在构造上基本类似于图5中的MOTLED 500。如图所示，复合比率曲线图601比复合比率曲线图602明显更均匀，表明来自具有两个源电极的MOTLED器件的更均匀的发光。

[0035] 上述实施例描述了各种MOTLED，其中有机半导体层202包括p型有机半导体材料，有机半导体层202的主体部分中的空穴迁移率可显著大于有机半导体层202的主体部分中的电子迁移率。相反，在有机半导体层202包括n型有机半导体材料的实施例中，有机半导体层202的主体部分中的电子迁移率可显著大于有机半导体层202的主体部分中的空穴迁移率。此外，在这些实施例中，p沟道TFT与OLED 110连接，电子累积层203实际是在OLED的阴极下方的空穴累积层且充当OLED 110的阳极和OTFT 120的漏电极。在这些实施例中，适用于有机半导体层202的n型有机半导体材料包括类似于F8BT或SQ1的双极型发光材料。

[0036] 因此，本公开的实施例提供了新颖的发光器件，其中通过将OTFT中的电子累积层用作每个结构共同的电极，OTFT结构与OLED结构合并。一些示例的发光器件的优点包括与制造离散的OTFT和OLED结构以及在外部集成这些结构相比较不复杂的处理和更简单的OLED结构。此外，相对于发光晶体管，一些实施例提供了更适合用于显示器件的更宽广的发光区域的优点。

[0037] 在一些示例中，光发射器件(其还可称为发光器件)包括电介质层、位于电介质层的第一侧面上的栅电极、位于电介质层的第二侧面上的电极(诸如源电极)和布置在源电极的至少一部分和电介质层的第二侧面的邻近源电极的一部分上的半导体层。光发射器件还包括由半导体层支撑的电极(诸如阳极电极)，其中半导体层的一部分位于阳极电极和电介质层之间。

[0038] 在一些示例中，在光发射器件的源极和阳极电极之间施加电位。向栅电极施加栅极电压在半导体层中感应出沟道，例如，电子流经沟道而到达阳极电极下方的电子累积层。

空穴通过阳极注入，且与电子累积层附近的电子复合以在电介质基底附近形成辐射区域。该器件可以是上发射器件，所产生的光通过半导体层的一部分并且至少部分地通过阳极电极。在其他示例中，光发射器件可构造为边缘发射器件，光主要来自于接近阳极电极边缘的区域。

[0039] 在一些实例中，光发射器件是三端子器件。一对电端子用于从器件的辐射区域产生光发射，例如通过电子和空穴的辐射复合。附加电极用作栅极，并且可用来电调制光发射强度。示例的光发射器件可以包括FET区域和光发射区域，其中单个半导体层延伸通过FET区域和光发射区域。

[0040] 在一些示例中，光发射器件包括光发射区域，电荷载流子通过光发射区域穿过形成在半导体层一部分上的顶部电极与位于半导体层与邻近电介质层之间的界面近处的电荷载流子累积层(诸如空穴累积层或电子累积层)之间。光发射器件还可以包括FET(诸如横向FET)区域，在该区域中电荷载流子穿过FET电极与电子累积层之间。电子累积层提供FET的一个电极(漏极)和光发射区域的一个电极(例如，阳极或阴极)这两者，取决于器件构造。

[0041] 在一些示例中，在发射区域与(一个或多个)FET电极之间存在多个沟道区域。在一些示例中，沟道区域可以是大致环形的或者包括径向沟道，光发射区域位于中央，FET电极以外环形图案布置，或者反之亦然。

[0042] 在一些示例中，半导体层包括有机半导体，诸如聚合物有机半导体、低聚物有机半导体或分子有机半导体。在一些示例中，半导体层可以包括多环芳香烃，诸如并苯。示例的有机半导体包括蒽、并四苯、并五苯、并六苯、红荧烯和类似物。如果需要，可以利用能够充当阱的适合的掺杂剂浓度来调节空穴迁移率，允许在各个示例中使用各种有机半导体。

[0043] 在一些示例中，可以通过旋涂法、蒸发、气相沉积或任何适当的方法来沉积半导体层。

[0044] 在一些示例中，电介质层可以是柔性层，诸如聚合物片材。在一些示例中，电介质层可以包括聚合物、电介质氧化物、玻璃、陶瓷或其他电介质材料。

[0045] 在一些示例中，显示器件包括诸如本文所描述的多个光发射器件。示例的显示器件可以是使用施加到相应的栅电极上的多路复用信号的多路复用显示器。在一些示例中，显示器件可以是有源矩阵发射显示器，例如包括光发射器件阵列。在一些示例中，电子显示器件包括诸如本文所描述的示例的MOTLED的光发射元件的阵列，诸如两维阵列。在一些示例中，显示器可以是电视机和/或视频显示器的部分。在一些示例中，显示器可以是电子器件(诸如移动电子器件)的部分，诸如电话(诸如例如智能电话的移动电话)、个人信息管理器、计算机(例如，手持式或其他便携式)、照相机、体装式显示器(诸如头戴式显示器)、广告显示器、字母数字显示器、标志(诸如路标或其他信息显示)，等等。

[0046] 在一些示例中，光发射器件可用于光通信，例如通过选通信号的调制。

[0047] 在一些示例中，操作光发射器件的方法包括：向电介质层的一面上的栅电极施加电位以控制在电介质层的另一面上的半导体层中的沟道形成，以及将电信号施加到与半导体层邻近的一对电极上，以使电荷载流子通过沟道区域且在发射区域中复合。在一些示例中，发射区域与一对电极中的一个分隔开至少近似半导体层的厚度且与一对电极中的另一个分隔开至少近似沟道区域的长度。一对电极可位于半导体层的相对侧面且横向地间隔开至少近似沟道区域的长度。

[0048] 在一些示例中，发射区域可位于反射结构之间，光发射器件可以是激光器，例如作为邻近上方发射激光器的横向场效应晶体管的组合的激光器。在该背景下，上方发射可平均地定向成与基底平面近似成法向。在一些示例中，半导体层可具有光学增益，例如通过添加一种或多种掺杂剂。在一些示例中，一个或多个反射体可以集成到光发射区域中或者位于光发射区域的近处，例如电介质反射体，例如修正发射束，和/或提高发射效率。

[0049] 在一些示例中，光发射器件包括形成在绝缘基底的第一表面上的诸如层的半导体结构(诸如有机半导体结构)，光发射器件包括发光二极管，发光二极管包括半导体结构的LED部分和与LED部分电耦合的LED电极。LED电极可工作以将第一电流载流子注入半导体结构的LED部分。光发射器件还包括薄膜场效应晶体管(FET)，其包括：半导体结构的FET部分、与FET部分电耦合的FET电极和位于绝缘体基底的与半导体结构相对的侧面上的栅电极。在工作期间，(第二载流子的)累积层形成接近、基本上邻近或邻近半导体结构与绝缘体基底之间的界面，累积层的一部分有效地作为LED和半导体结构的FET部分两者的共用电极而工作。在一些示例中，累积层是电子累积层，可作为将电子注入半导体结构的LED部分中的阴极而工作，并且LED电极是将空穴注入LED部分中的LED的阳极。在器件工作期间，光发射可由于在半导体-绝缘体界面附近半导体结构的LED部分中电子和空穴的复合而产生。在一些示例中，累积层是充当FET部分的漏极的电子累积层，FET电极是半导体结构的FET部分的源极。

[0050] 在一些示例中，光发射器件包括半导体结构(诸如有机半导体结构)、诸如半导体层，其仅具有与半导体结构电通信(诸如欧姆接触)的两个电极，进一步具有一个或多个栅电极。半导体结构包括FET部分，可以通过施加到栅电极的电信号来控制流经FET部分的电流。半导体结构还包括邻近FET部分的LED部分，其中光发射通过载流子复合而发生。在一些示例中，与半导体结构电接触的电极为一个用于FET部分的电极和一个用于LED部分的电极。用于FET部分和LED部分中的每一个的第二电极由半导体结构内的一个或多个载流子(例如，电子)累积区域来提供，且无需从外部可接近。例如，器件可构造为使得形成在半导体层与绝缘体层之间的界面处的电子累积层的一部分可工作以将电子注入半导体结构中且充当OLED的阴极电极。在一些示例中，栅电极通过绝缘体结构与半导体结构分隔开，但是在其他示例中栅极可以其他方式定位。

[0051] 前面的详细说明已经通过框图、流程图和/或示例阐述了设备和/或过程的各个实施例。在这些框图、流程图和/或示例包含一项或多项功能和/或操作的程度上，本领域技术人员将理解的是可以通过各种各样的硬件、软件、固件或几乎其任意组合来单独地和/或统一地实现这些框图、流程图或示例内的每项功能和/或操作。在一个实施例中，本文所描述的主题的多个部分可经由专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理器(DSP)或其它集成格式来实现。然而，本领域技术人员将离解的是，在本文公开的实施例的一些方案可以整体地或部分地等同地实现为集成电路、在一个或多个计算机上运行的一个或多个计算机程序(例如，实现为在一个或多个计算机系统上运行的一个或多个程序)、在一个或多个处理器上运行的一个或多个程序(例如，实现为在一个或多个微处理器上运行的一个或多个程序)、固件、或几乎任何组合，并且根据本公开的内容，设计电路和/或编写用于软件和/或固件的代码将在本领域技术人员的技能范围内。另外，本领域技术人员将理解的是，本文所描述的主题的机制能够以各种形式分布为程序产品，并且本文所描述的

主题的示例性实施例适用，无论实际上用于实施分布的特定类型的信号承载媒体如何。信号承载媒体的示例包括但不限于以下：可记录型媒体，诸如软盘、硬盘驱动器、压缩盘(CD)、数字多功能盘(DVD)、数字带、计算机存储器等；以及传输型媒体，诸如数字和/或模拟通信媒体(例如，光纤电缆、波导、有线通信链路、无线通信链路等)。

[0052] 本领域技术人员将理解的是，在本领域内常见的是以本文阐述的方式来描述设备和/或过程，此后利用工程实践将这些所描述的设备和/或过程集成到数据处理系统中。也即，本文所描述的设备和/或过程的至少一部分可以通过合理量的实验集成到数据处理系统中。本领域技术人员将理解的是，典型的数据处理系统通常包括如下中的一种或多种：系统单元壳体、视频显示设备、诸如易失性和非易失性存储器的存储器、诸如微处理器和数字信号处理器的处理器、诸如操作系统的计算实体、驱动器、图形用户接口、和应用程序、诸如触摸板或触摸屏的一个或多个交互设备、和/或包括反馈环和控制电动机(例如，用于感测门架系统的位置和/或速度的反馈；用于移动和/或调整部件和/或量的控制电动机)的控制系统。典型的数据处理系统可利用任何适合的商业上提供的部件来实现，诸如在数据计算/通信和/或网络计算/通信系统中常见的部件。

[0053] 本文所描述的主题有时说明了包含在不同的其它部件内的不同部件或与不同的其它部件连接的不同部件。应理解的是，这些所描绘的体系结构仅是示例性的，并且实际上可以实施实现相同功能的许多其它体系结构。在概念意义上，实现相同功能的任何部件的布置有效地“关联”，使得实现期望功能。因此，在此处组合以实现特定功能的任何两个部件可视为彼此“关联”，使得实现期望功能，无论体系结构或中间部件如何。同样，任意两个如此关联的部件还可视为彼此“可操作地连接”、或“可操作地耦合”以实现期望的功能，并且能够如此关联的任意两个部件还可视为彼此“能够可操作地耦合”以实现期望功能。能够可操作耦合的具体示例包括但不限于能够物理上连接和/或物理交互的部件和/或能够无线交互和/或无线交互的部件和/或逻辑上交互和/或能够逻辑上交互的部件。

[0054] 关于本文中基本上任何复数和/或单数术语的使用，本领域技术人员能够根据上下文和/或应用适当地从复数变换成单数和/或从单数变换成复数。为了清晰的目的，本文中明确地阐明了各单数/复数的置换。

[0055] 本领域技术人员将理解，一般地，本文所使用的术语，尤其是随附权利要求(例如，随附权利要求的主体)中所使用的术语，通常意在为“开放式”术语(例如，术语“包括”应当解释为“包括但不限于”，术语“具有”应解释为“至少具有”，术语“包括”应解释为“包括但不限于”，等等)。本领域技术人员还理解，如果意图表达引导性权利要求记述项的具体数量，该意图将明确地记述在权利要求中，并且在不存在这种记述的情况下，不存在这样的意图。例如，为辅助理解，下面的随附权利要求可能包含了引导性短语“至少一个”和“一个或多个”的使用以引导权利要求记述项。然而，这种短语的使用不应解释为暗指不定冠词“一”或“一个”引导权利要求记述项将包含该所引导的权利要求记述项的任何特定权利要求局限于仅包含一个该记述项的实施例，即使当同一权利要求包括了引导性短语“一个或多个”或“至少一个”以及例如“一”或“一个”的不定冠词(例如，“一”和/或“一个”应当解释为表示“至少一个”或“一个或多个”)；这同样适用于对于用于引导权利要求记述项的定冠词的使用。另外，即使明确地记述了被引导的权利要求记述项的具体数量，本领域技术人员将理解到这些记述项应当解释为至少表示所记述的数量(例如，没有其它修饰语的裸记述“两个记

述项”表示至少两个记述项或两个以上的记述项)。此外,在使用类似于“A、B和C等中的至少一个”的惯用法的那些示例中,通常这样的构造旨在表达本领域技术人员理解该惯用法的含义(例如,“具有A、B和C中的至少一个的系统”将包括但不限于仅具有A、仅具有B、仅具有C、具有A和B、具有A和C、具有B和C、和/或具有A、B和C等等的系统)。在使用类似于“A、B或C等中的至少一个”的惯用法的那些示例中,通常这样的构造旨在表达本领域技术人员理解该惯用法的含义(例如,“具有A、B或C中的至少一个的系统”将包括但不限于仅具有A、仅具有B、仅具有C、具有A和B、具有A和C、具有B和C、和/或具有A、B和C等等的系统)。本领域技术人员将进一步理解,呈现两个以上可选项的几乎任何分离词和/或短语,无论是在说明书、权利要求或附图中,都应理解为设想包括一项、任一项或两项的可能性。例如,术语“A或B”将理解为包括“A”或“B”或“A和B”的可能性。

[0056] 虽然本文公开了各个方案和实施例,但是其它的方案和实施例对于本领域技术人员而言将是显而易见的。因此,本文所公开的各个方案和实施例是为了示例的目的而不意在限制,真正的范围和精神是通过随附的权利要求表示的。

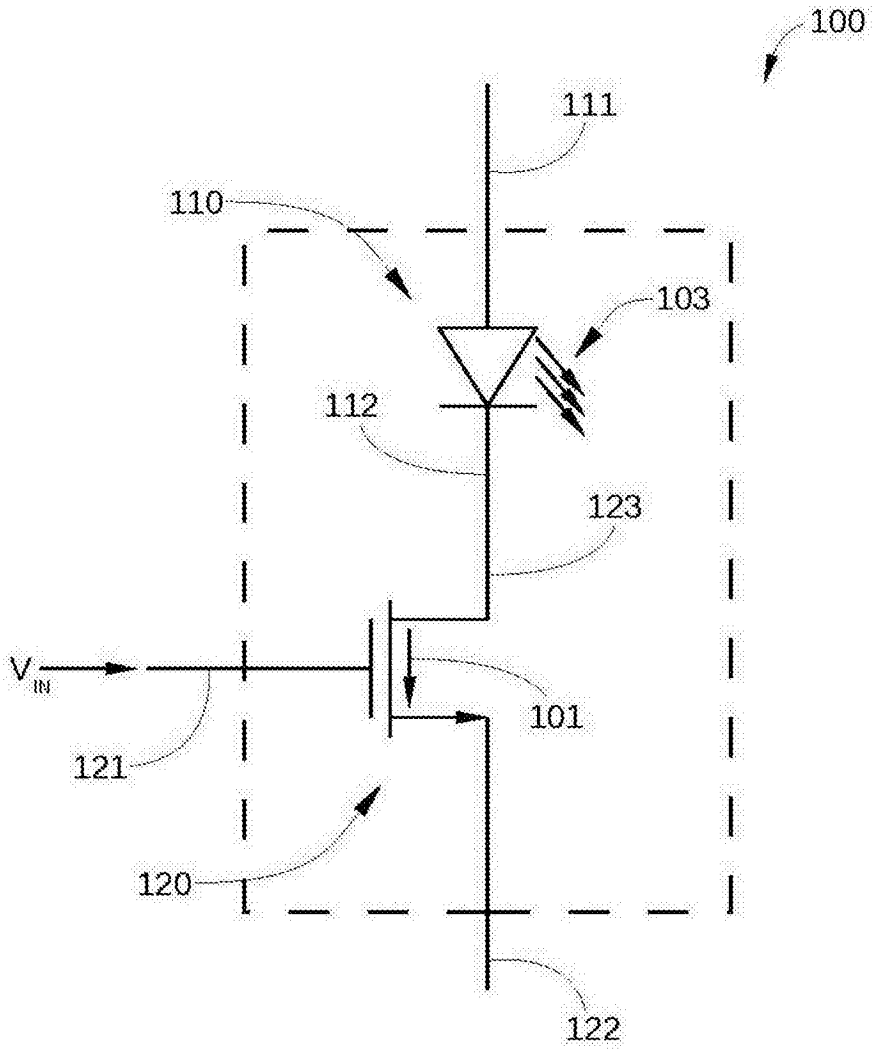


图1

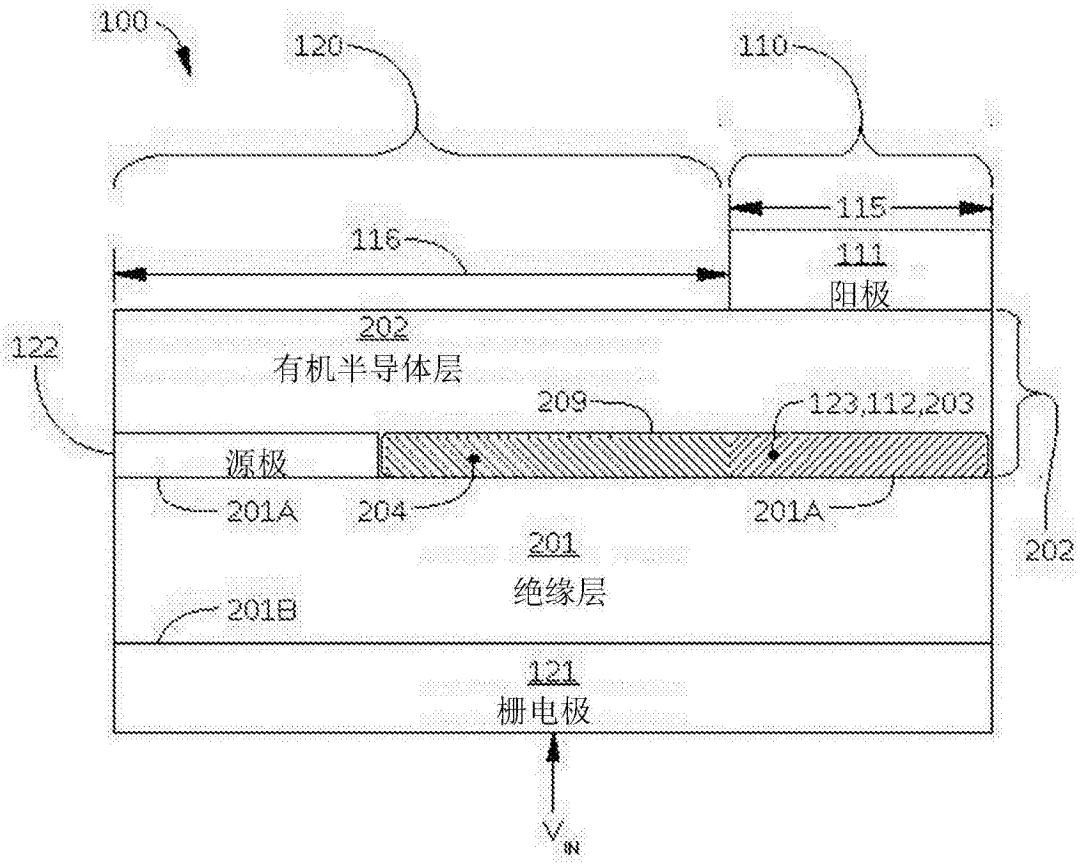

100
120
110
115
116
111
阳极
202
有机半导体层
122
209
123,112,203
源极
201A
204
201A
202
201
绝缘层
201B
121
栅电极
V_{IN}

图2

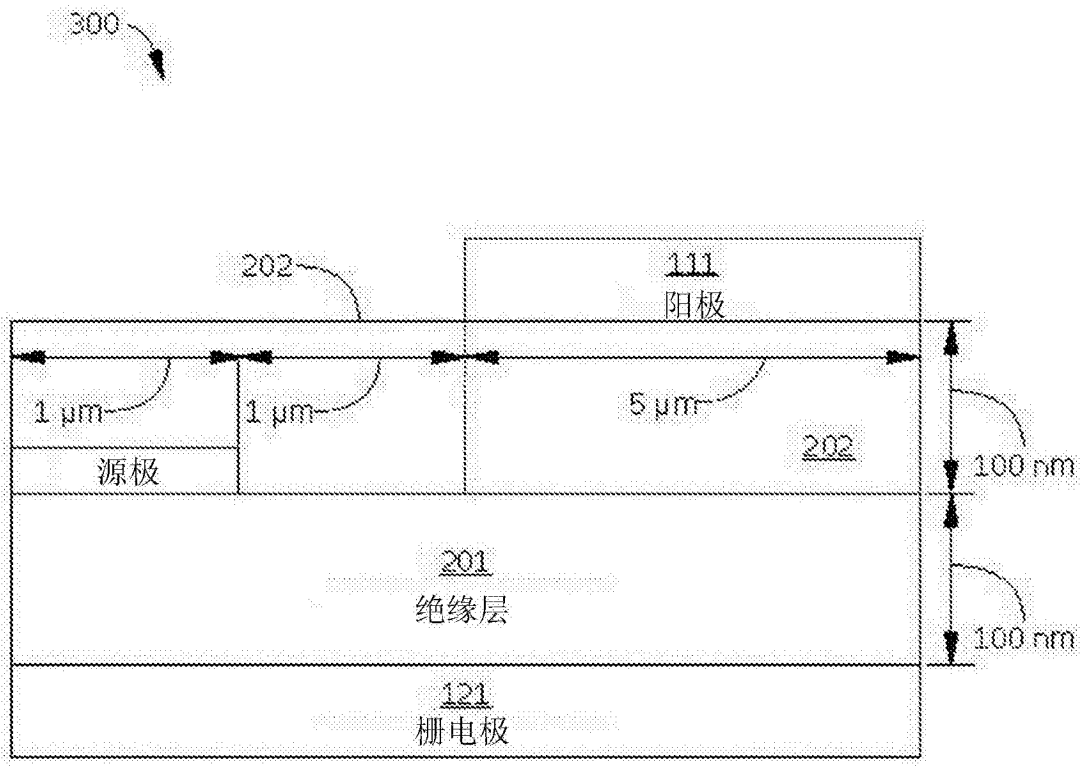

300
202
111
阳极
1 μm
1 μm
5 μm
源极
202
100 nm
201
绝缘层
100 nm
121
栅电极

图3

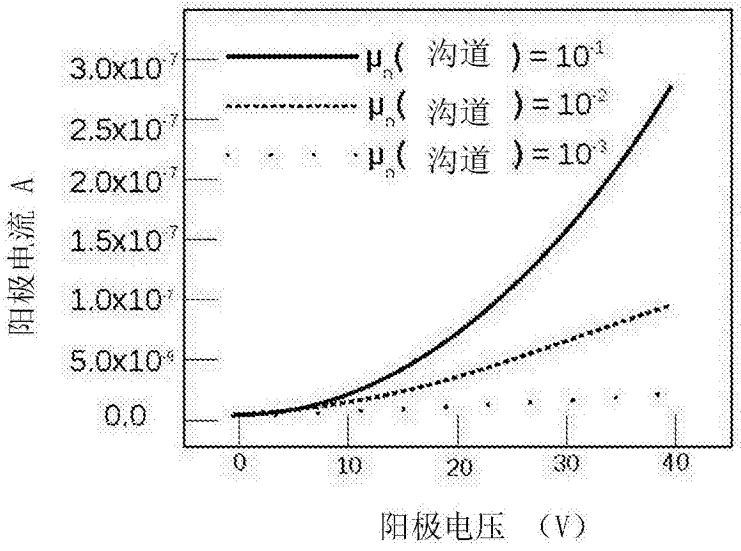

3.0x10⁻⁷
2.5x10⁻⁷
2.0x10⁻⁷
1.5x10⁻⁷
1.0x10⁻⁷
5.0x10⁻⁸
0.0
阳极电流 A
μn(沟道)=10⁻¹
μn(沟道)=10⁻²
μn(沟道)=10⁻³
0
10
20
30
40
阳极电压 （V）

图4

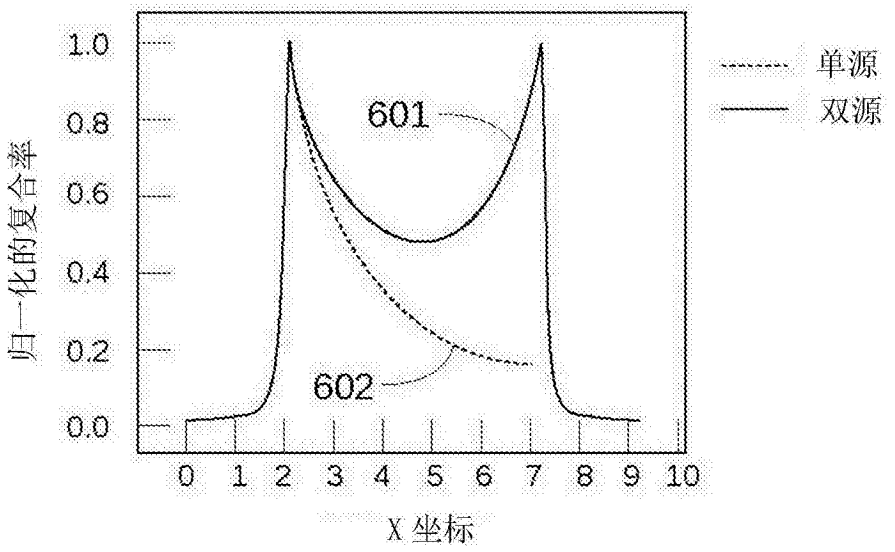

1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
归一化的复合率
601
602
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
X 坐标
单源
双源

图6

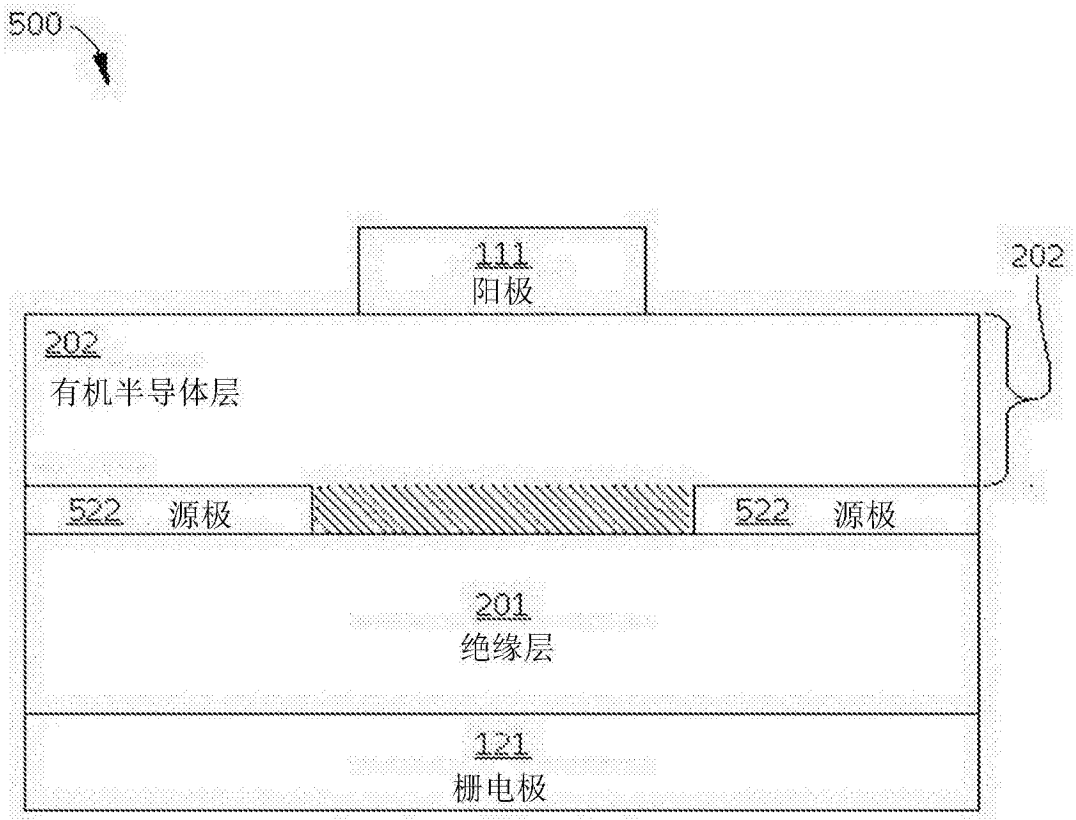

500
111
阳极
202
202
有机半导体层
522 源极
522 源极
201
绝缘层
121
栅电极

图5