



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105408814 B

(45)授权公告日 2019.08.09

(21)申请号 201480041440.X

(72)发明人 M·S·布尔迪思 J-C·伊龙

(22)申请日 2014.07.24

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105408814 A

代理人 章蕾

(43)申请公布日 2016.03.16

(51)Int.Cl.

G02F 1/155(2006.01)

(30)优先权数据

13/950,791 2013.07.25 US

(56)对比文件

CN 102388340 A, 2012.03.21,

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

CN 102460292 A, 2012.05.16,

2016.01.21

CN 1989445 A, 2007.06.27,

(86)PCT国际申请的申请数据

WO 2012007334 A1, 2012.01.19,

PCT/US2014/047955 2014.07.24

US 2011260961 A1, 2011.10.27,

(87)PCT国际申请的公布数据

审查员 曹梦军

W02015/013487 EN 2015.01.29

(73)专利权人 SAGE电致变色显示有限公司

权利要求书3页 说明书9页 附图5页

地址 美国明尼苏达州

(54)发明名称

具有用于减少跨过下部透明导体层的电流泄漏的改进结构的电变色器件

(57)摘要

本发明的一个目的是提供一种具有改进的绝缘薄膜结构以减少漏电的电变色器件(40、50、60)。改进的结构包括下部导电层(45a-b、55a-c、65a-b)、上部透明导电层、电变色电极层、反电极层(44、54、63)以及夹在电变色电极层与反电极层之间的至少一个离子导体层。对下部传输导电层进行划线,通过划线(P1)形成的间隙填充有形成在下部导电层之上的层,比如直接形成在下部导电层上面的电极层。划线的有效线宽大于嵌入电极层内的锂离子的迁移长度,使得占据间隙的电极材料不将电极层转换成导电区域。

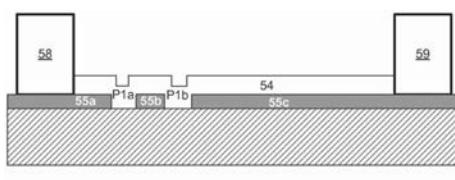


图5

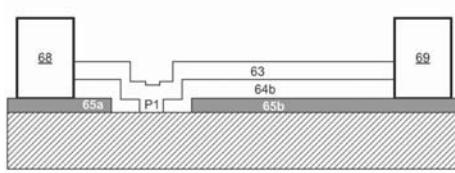


图6

1. 一种电变色器件，包括：

下部透明导电层，所述下部透明导电层的第一部分联接至第一导电元件，所述下部透明导电层的与所述第一部分物理地分离的第二部分联接至第二导电元件；

上部透明导电层，所述上部透明导电层的第一部分联接至第一导电元件，所述上部透明导电层的与所述第一部分物理地分离的第二部分联接至所述第二导电元件；

第一电极层，所述第一电极层包括反电极层和电变色电极层之一，所述反电极层和所述电变色电极层之一位于所述下部透明导电层与所述上部透明导电层之间并且与所述下部透明导电层的所述第一部分和所述第二部分中的每一个接触；

第二电极层，所述第二电极层包括所述反电极层和所述电变色电极层中的另一者，所述反电极层和所述电变色电极层中的另一者位于所述下部透明导电层与所述上部透明导电层之间；以及

离子导体层，所述离子导体层用于在所述第一电极层与所述第二电极层之间传导离子以及与所述第一电极层与所述第二电极层连通，其中所述离子导体层从所述第一导电元件连续地延伸到所述第二导电元件，

其中，所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开超过占据所述第一电极层的电荷补偿离子的迁移长度的距离，其中所述迁移长度是指阈值浓度的电荷补偿离子在EC材料内能够横向地扩散的距离，其中所述阈值浓度是指向所述EC材料内引入电荷补偿离子导致材料从绝缘状态转变至导电状态的电荷补偿离子浓度，和

其中，所述下部透明导电层的所述第一部分与第二部分之间的空间至少部分地由所述下部透明导电层的第三部分填充，所述第三部分与所述下部透明导电层的所述第一部分和所述第二部分中的每一者电气地隔离。

2. 根据权利要求1所述的器件，其中，所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开大于25微米。

3. 根据权利要求1所述的器件，其中，所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开大于50微米。

4. 根据权利要求1所述的器件，其中，所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开大于75微米。

5. 根据权利要求1所述的器件，其中，所述下部透明导电层的所述第一部分与第二部分之间的空间至少部分地由所述第一电极层填充。

6. 根据权利要求1所述的器件，其中，所述下部透明导电层的所述第一部分和第三部分间隔开大于25微米，以及所述下部透明导电层的所述第二部分和第三部分间隔开大于25微米。

7. 根据权利要求1所述的器件，其中，所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开大于50微米。

8. 根据权利要求1所述的器件，其中，所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开大于75微米。

9. 根据权利要求1所述的器件，其中，所述下部透明导电层的所述第一部分与第三部分之间以及所述第二部分与所述第三部分之间的相应空间各自至少部分地由所述第一电极层填充。

10.一种电变色器件,包括:

下部透明导电层,所述下部透明导电层的第一部分联接至第一导电元件,所述下部透明导电层的与所述第一部分物理地分离的第二部分联接至第二导电元件;

上部透明导电层,所述上部透明导电层的第一部分联接至第一导电元件,所述上部透明导电层的与所述第一部分物理地分离的第二部分联接至所述第二导电元件;

第一电极层,所述第一电极层包括反电极层和电变色电极层之一,所述反电极层和所述电变色电极层之一位于所述下部透明导电层与所述上部透明导电层之间并且与所述下部透明导电层的所述第一部分和所述第二部分中的每一个接触;

第二电极层,所述第二电极层包括所述反电极层和所述电变色电极层中的另一者,所述反电极层和所述电变色电极层中的另一者位于所述下部透明导电层与所述上部透明导电层之间;以及

离子导体层,所述离子导体层用于在所述第一电极层与所述第二电极层之间传导离子以及与所述第一电极层与所述第二电极层连通,其中所述离子导体层从所述第一导电元件连续地延伸到所述第二导电元件,

其中,所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开超过占据所述第一电极层的电荷补偿离子的迁移长度的距离,其中所述迁移长度是指阈值浓度的电荷补偿离子在EC材料内能够横向地扩散的距离,其中所述阈值浓度是指向所述EC材料内引入电荷补偿离子导致材料从绝缘状态转变至导电状态的电荷补偿离子浓度,和

其中,所述第一电极层包括第一部分和与所述第一部分物理地分离的第二部分,所述第一部分联接至第一导电元件和所述下部透明导电层的所述第一部分,所述第二部分联接至第二导电元件和所述透明导电层的所述第二部分,

其中,所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分比所述第一电极层的所述第一部分和第二部分间隔开更大的距离。

11.根据权利要求10所述的器件,其中,所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开大于50微米。

12.根据权利要求10所述的器件,其中,所述下部透明导电层的所述第一部分和第二部分间隔开大于75微米。

13.根据权利要求10所述的器件,其中,所述下部透明导电层的所述第一部分与第二部分之间的空间至少部分地由所述离子导体层填充。

14.根据权利要求13所述的器件,其中,所述第一电极层的所述第一部分与第二部分之间的空间至少部分地由所述离子导体层填充。

15.根据权利要求1或10所述的器件,其中,所述反电极层包括混合钨镍合金氧化物。

16.根据权利要求15所述的器件,其中,所述反电极层还包括锂离子。

17.一种用于制备电变色器件的方法,包括:

沉积第一导电层;

切割所述第一导电层,使得所述第一导电层的第一部分与所述第一导电层的第二部分电气地隔离,其中所述第一导电层的所述第一部分和第二部分由一空间间隔开;

切割所述第一导电层的所述第二部分,使得所述第一导电层被分成三个电气隔离部分,所述三个电气隔离部分之一是定位在其他两个外部部分之间的中部部分;

在所述第一导电层上沉积电变色电极层和反电极层之一，并且将所述电变色电极层和反电极层之一沉积在所述第一导电层的第一部分和第二部分之间的空间内，由此提供由电荷补偿离子占据的第一沉积电极，所述电荷补偿离子具有比所述第一导电层的所述第一部分与第二部分之间的距离更短的迁移长度，其中其中所述迁移长度是指阈值浓度的电荷补偿离子在EC材料内能够横向地扩散的距离，其中所述阈值浓度是指向所述EC材料内引入电荷补偿离子导致材料从绝缘状态转变至导电状态的电荷补偿离子浓度；

在所述第一沉积电极上沉积离子导体层，使得所述离子导体层与所述第一沉积电极连通，

在所述离子导体层上沉积所述电变色电极层和所述反电极层中的另一者，由此提供第二沉积电极，以及

在所述第二沉积电极上沉积第二导电层。

18. 根据权利要求17所述的方法，其中，所述第一沉积电极沉积在所述第一导电层的所述第一部分和第二部分之上，其中，所述第一部分和第二部分间隔开大于25微米。

19. 根据权利要求18所述的方法，其中，所述第一部分和第二部分间隔开大于50微米。

20. 根据权利要求19所述的方法，其中，所述第一部分和第二部分间隔开大于75微米。

21. 根据权利要求17所述的方法，其中，所述第一沉积电极沉积在所述第一导电层的所述第一部分和第二部分之上，使得所述第一导电层的所述第一部分与第二部分之间的空间至少部分地由所述第一沉积电极填充。

22. 根据权利要求17所述的方法，其中，所述中部部分与所述外部部分中的每一个之间的空间至少部分地由所述第一沉积电极填充。

23. 根据权利要求17所述的方法，其中，沉积所述反电极层的步骤还包括沉积混合钨镍合金氧化物。

具有用于减少跨过下部透明导体层的电流泄漏的改进结构的 电变色器件

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是于2013年7月25日提交的美国专利申请No.13/950,791的继续申请，该美国申请的公开内容在此通过参引方式结合到本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及电变色器件，更具体地涉及固态无机薄膜器件。

背景技术

[0004] 电变色材料和器件已被开发作为用于建筑物和车辆窗户中的光和热管理的被动涂层材料的替代物。与被动涂层材料相比，电变色器件采用的材料能够随着响应于所施加的电势而电化氧化和还原可逆地改变其光学特性。光学调制是电子和电荷补偿离子在电化学材料格架中的同时嵌入和提取的结果。

[0005] 一般地，电变色器件（“EC器件”）具有组合结构，穿过组合结构的透光度可以进行调节。图1以横截面示出典型的五层固态电变色器件，其具有以下五个叠加层：在氧化或还原时在吸收或反射中产生变化的电变色电极层（“EC”）14；功能上替代电解质的离子导体层（“IC”）13，其允许离子通过同时阻挡电子流；当器件处于漂白或清洁状态时用作用于离子的存储层的反电极层（“CE”）12；以及用于向电变色器件施加电势的两个透明导电层（“TCL”）11和15。一般地，在基板16上相继地施加上述层中的每一层。这些器件一般承受固有的电子泄露（在电变色堆叠层之间）和电子击穿。

[0006] 一般地，电力通过总线分配至电变色器件。图2以横截面示出图1的电变色器件，其电力由两个导电元件供应，比如总线18和19。为了防止总线在一起短路，总线相互电气地隔离。通常地，这通过划线TCL11和15来完成。如图2所示，第一（下部）TCL15在点P1处被划线，使得下部TCL15成为不连续（即，物理上分离的）层，并且由此防止总线跨过下部TCL15而短路。在点P1处划线的宽度通常在25微米左右或更宽，同时长度基于待形成的特定器件的宽度而变化。类似地，第二（上部）TCL11在点P3处划线，使得上部TCL11也是不连续的，并且由此防止总线跨过上部TCL11一起短路。类似于P1划线的尺寸，P3划线通常在25微米左右或更宽，同时长度基于待形成的特定器件的宽度而变化。

[0007] EC层14的固有特性在于当其过渡至彩色状态时变得导电。换句话说，向EC材料14内引入电子以及电荷补偿离子（比如锂离子）导致材料从绝缘状态转变至导电状态。这种转变可以在引入（或“嵌入”）的电子或电荷补偿离子达到阈值浓度时发生，此时EC器件突然转变至导电状态。在EC器件的理想操作下，由于没有下部透明导电层而没有产生电场，因此电荷补偿离子的引入将不会出现在P1划线本身之上。然而，根据扩散的通常规律，电荷补偿离子有可能在层中横向地（即，在图2中的侧向）移动。此外，当阈值浓度的电荷补偿离子横向地移动到材料内时，材料变得导电。上述阈值浓度的电荷补偿离子能够横向地扩散的距离以下将定义为“迁移长度”。如果迁移长度达到或超过P1划线宽度，则导电区域可以形成在

P1划线的区域中。此外,如果导电区域延伸跨过P1划线的总宽度,下部TCL15的两个部分15a和15b可以通过导电区域导电地连接。例如,如图3所示,EC层14的部分可以在合理的时间段内被着色。在该时间期间,锂可以跨过P1划线横向地扩散,将该区域17中的EC层14从绝缘层转变成导电层。如果下部TCL15的两个部分15a与15b之间的划线通道不足够宽,则电流可以穿过这些部分之间,由此将总线18和19电短路在一起。此外,一旦完成泄露路径,由于使电变色器件10清晰不会向器件10的该区域施加电场以便使其脱白(即,从着色状态转变至非着色状态或更小的着色状态),区域17不能简单地从导电区域转变回绝缘区域。

[0008] 此外,为了以更加成本有效的方式生产电变色器件,需要改进沉积过程以提供更高的产量并且更适于批量生产。一般地,每次基板或其他工件在真空与大气之间循环产量可被认为减小,反之亦然。据信这由来自涂层工艺的尘埃和碎屑引起,尘埃和碎屑不可避免地存在于溅镀过程中并且可以在排出和抽气期间被‘吹’到周围,在有源层上找到其路径,导致薄膜结构中的潜在缺陷,比如短流路或“短路”。因此,在一个单个连续真空步骤即一个涂层机中沉积全部层将获得高产量。但是,为了生产图3中所示的结构,在单个真空步骤中沉积全部层将需要在同一真空系统中在下部透明导电层的沉积与第二透明导电层的沉积之间包括激光划线器(或一些类型的切割)。这些切割工序在真空系统中是非常困难的。例如,关于激光划线,需要保持用于激光的极度致密的聚焦。利用一般的商业溅镀系统中存在的机械公差非常难以有效地实现这种聚焦。

[0009] 希望减少电变色器件的透明导电层的部分之间的电子泄露量,同时保持尽可能高的产量(例如,在切割处理期间尽可能执行少的划线步骤)。

发明内容

[0010] 本公开的一个方面提供一种包括下部透明导电层的电变色器件。下部透明导电层的第一部分可以联接至第一导电元件。下部透明导电层的与第一部分物理地分离的第二部分可以联接至第二导电元件。电变色器件还可以包括上部透明导电层。上部透明导电层的第一部分可以联接至第一导电元件。上部透明导电层的与第一部分物理地分离的第二部分可以联接至第二导电元件。

[0011] 电变色器件还可以包括第一电极层,第一电极层包括反电极层和电变色层之一。第一电极层可以位于下部透明导电层与上部透明导电层之间,并且可以与下部导电层的第一部分和第二部分中的每一个接触。电变色器件还可以包括第二电极层,第二电极层包括反电极层和电变色层中的另一者。第二电极层还可以位于下部透明导电层与上部透明导电层之间。

[0012] 电变色器件还可以包括用于在第一电极层与第二电极层之间传导离子并且与第一电极层和第二电极层连通的离子导体层。

[0013] 下部透明导电层的第一部分和第二部分可以间隔开大于迁移长度的距离,这将在本文中更加详细地限定。在一些实施例中,下部透明导电层的第一部分和第二部分可以间隔开大于约25微米。在一些实施例中,其可以间隔开大于约50微米。在一些实施例中,其可以间隔开大于约75微米。

[0014] 在一些实施例中,下部透明导电层的第一部分与第二部分之间的空间可以至少部分地由第一电极层填充。在一些实施例中,下部透明导电层的第一部分与第二部分之间的

空间可以至少部分地由下部透明导电层的第三部分填充，该第三部分与下部透明导电层的第一部分和第二部分中的每一者电气地隔离。下部透明导电层的第一部分和第三部分则可以间隔开大于约25微米，以及下部透明导电层的第二部分和第三部分也可以间隔开大于约25微米。因此，下部透明导电层的第一部分和第二部分可以间隔开大于约50微米。在一些实施例中，下部透明导电层的第一部分和第二部分可以间隔开大于约75微米。下部透明导电层的第一部分与第三部分之间以及第二部分与第三部分之间的相应空间可以各自至少部分地由第一电极层填充。

[0015] 在一些实施例中，第一导电电极层可以包括第一部分和与第一部分物理地分离的第二部分，第一部分联接至第一导电元件并且联接至下部透明导电层的第一部分，第二部分联接至第二导电元件并且联接至透明导电层的第二部分。下部透明导电层的第一部分和第二部分可以比第一电极层的第一部分和第二部分间隔开更大的距离。下部透明导电层的第一部分与第二部分之间的空间可以至少部分地由离子导体层填充。第一电极层的第一部分与第二部分之间的空间至少部分地由离子导体层填充。

[0016] 在上述实施例中的一些中，反电极层可以包括混合钨镍氧化物。在另一些实施例中，反电极层可以包括锂离子。

[0017] 本发明的另一方面提供一种用于制备电变色器件的方法。该方法可以包括提供第一导电层，切割第一导电层，使得第一导电层的第一部分与第一导电层的第二部分电气地隔离，在所述第一导电层上沉积电变色电极层和反电极层之一，由此提供由电荷补偿离子占据的第一沉积电极，电荷补偿离子具有比第一导电层的第一部分与第二部分之间的距离更短的扩散长度，在第一沉积电极上沉积离子导体层，使得所述离子透明层与第一沉积电极连通，在离子导体层上沉积电变色电极层和所述反电极层中的另一者，由此提供第二沉积电极，以及在第二沉积电极上沉积第二导电层。

[0018] 第一沉积电极可以沉积在第一导电层的第一部分和第二部分之上，以及第一部分和第二部分可以间隔开大于约25微米。在一些实施例中，其可以间隔开大于约50微米。在一些实施例中，其可以间隔开大于约75微米。

[0019] 第一沉积电极可以沉积在第一导电层的第一部分和第二部分之上，使得第一导电层的第一部分与第二部分之间的空间至少部分地由第一沉积电极填充。

[0020] 在一些实施例中，该方法还可以包括切割第一导电层的第二部分，使得第一导电层被分成三个电气隔离部分，所述部分之一是定位在其他两个外部部分之间的中部部分。中部部分与外部部分中的每一个之间的空间可以至少部分地由第一电极层填充。

[0021] 第一切割步骤在第一电极层沉积在第一导电层上之前执行。第二切割步骤可以在第一电极层沉积在第一导电层上之后执行，使得第一电极层包括第一部分和与第一部分物理地分离的第二部分，第一部分联接至第一导电层的第一部分，第二部分联接至第一导电层的第二部分，以及使得第一导电层的第一部分与第二部分比第一电极层的第一部分与第二部分间隔开更大的距离。第一导电层的第一部分与第二部分之间的空间可以至少部分地由离子导体层填充。在一些实施例中，第一电极层的第一部分与第二部分之间的空间可以至少部分地由离子导体层填充。

附图说明

- [0022] 图1是典型的电变色器件的示意性截面图。
- [0023] 图2是典型的电变色器件的另一个示意性截面图。
- [0024] 图3是图2的示意性截面图,示出电变色器件的一部分的放大图。
- [0025] 图4是根据本发明的一个实施例的具有改进结构的电变色器件的一部分的示意性截面图。
- [0026] 图5是根据本发明的另一个实施例的具有改进结构的另一种电变色器件的一部分的示意性截面图。
- [0027] 图6是根据本发明的又一个实施例的具有改进结构的另一种电变色器件的一部分的示意性截面图。
- [0028] 图7是描述根据本发明的一个实施例的用于形成电变色器件的方法的流程图。
- [0029] 图8是描述根据本发明的一个实施例的用于形成电变色器件的方法的流程图。

具体实施方式

- [0030] 本发明的一个目的是提供一种具有改进的绝缘薄膜结构以减少电子泄露(例如,在透明导体层的电气隔离部分之间)的电变色器件。所公开的电变色器件利用沉积工艺形成,该沉积工艺具有两个或三个涂层工艺,在两个或三个涂层工艺之间分别具有一个或两个激光处理步骤(不包括可以在沉积工艺之后执行的激光划线处理步骤)。所公开的器件和工艺因此涉及最小真空循环,由此潜在地增加产量。这些以及其他目的借助于利用在位置P1处具有更宽或有效地更宽的通道宽度的透明导体层来实现。
- [0031] 本发明的另一个目的是提供一种制备包括改进的绝缘膜结构的电变色器件的方法。
- [0032] 本发明的再一个目的是提供一种制备用于电变色器件的改进的绝缘膜结构的方法。
- [0033] 根据本发明,图4以截面图示出具有改进的绝缘膜结构的固态电变色器件40的一部分。在完整时图4的器件40类似于图1和图2中描述的固态器件,其中,上述EC层、IC层、CE层和上部TCL层11-14也存在于图4的器件中。当完整时,图4的器件与图1和图2中描述的器件的不同在于,位置P1处的P1划线比图1和图2中的P1划线更宽。例如,P1划线的线宽大于大约25微米。在一些例子中,线宽可以大于大约50微米,在另外的例子中,线宽可以大于大约75微米。下部透明导体层的左侧部分45a和右侧部分45b由此分别通过定位在器件的位置P1处的宽的P1划线分离。

[0034] 理论上地,跨过位置P1的电阻将是无穷大的,以便电气地隔离下部透明导体层45的两个部分45a和45b。事实上,电阻R可以利用以下公式计算:

$$[0035] R = \frac{W}{C * A}$$

[0036] 在此,C是EC层的电导率,W是划线的线宽,A是划线的面积,其是划线长度(由平行于划线测量的器件的宽度确定)乘以EC薄膜的厚度。从公式明显地看出,增加划线的线宽反过来增大位置P1处的在下部TCL部分45a与45b之间的电阻。

[0037] 与图2的器件的结构类似,图4的器件的EC层44完全地或部分地填充在由P1划线形

成的间隙中。这样，分离下部TCL部分45a和45b的通道填充不导电材料。具体地，通道的线宽选择成使其大于EC层44中的锂离子的迁移长度。换句话说，通道的线宽选择成比EC层44中的电荷补偿离子能够向旁边扩散的距离更宽。这确保当电变色器件40在相当长的时间段内保持在着色状态下时，从TCL45a的一部分延伸至另一部分45b的导电路径不形成在EC层44中。

[0038] 在一些实施例中，位置P1的有效线宽可以增大，而形成在下部TCL中的切口数目不增加。例如，图5示出又一个固态电变色器件50的一部分的截面图，同样当完整时具有也根据图1和2的器件的结构上改进的绝缘薄膜结构。图5的器件50类似于图4中描述的固态器件40，在于上述层中的每一层（即图2的层11-14）形成在图5中示出的器件50的部分的下部TCL55的顶部上。图5的器件50与图4的器件的不同在于，图5的器件50包括双线，位于下部TCL55中的两个隔离的划线。在图5的器件50中，下部TCL55被分成三个部分：左侧部分55a，其电连接至第一总线58；右侧部分55c，其电连接至第二总线59；以及中部部分55b，其通过第一划线P1a与左侧部分55a电气隔离并且通过第二划线P1b与右侧部分55c电气隔离。图5中描绘的双线的形成具有与跨过P1位置形成完全耗尽线（即，从器件50中完全地切割中部部分55b）相同的效果。

[0039] 再次，EC层54完全地或部分地填充在由P1a和P1b切口形成的间隙中。这样，分离下部TCL左侧部分55a和中部部分55b的通道以及分离中部部分55b和右侧部分55c的通道各自填充不导电的材料。具体地，双线的有效线宽选择成使其大于占据EC层54的锂离子的迁移长度。这确保当电变色器件50在相当长的时间段内保持在着色状态中时，从TCL55a的左侧部分延伸至右侧部分55c的导电路径不形成在EC层54中。

[0040] 在图5的例子中，间隙中的每一个可以非常窄（例如，10微米宽、5微米宽或甚至更小），只要每个间隙完全切断下部TCL以及下部TCL的左侧部分55a与右侧部分55c之间的距离大于EC层中的导电离子的迁移长度即可。事实上，我们认为，光学上期望保持该距离相对较短，以便使EC器件50的未着色面积最小化，并且当器件处于变深状态时保持更加直观的令人喜欢的外观。

[0041] 在一些实施例中，TCL部分还可以通过在位置P1处切割EC层来彼此电气隔离。例如，图6示出又一个固态电变色器件60的一部分的截面图，同样当完整时具有根据图1和2的器件的结构改进的绝缘薄膜结构。图6的器件60类似于图4中描述的固态器件40，在于上述上部TCL层、CE层以及IC层（即图2的层11-13）中的每一层形成在图6中示出的器件60的部分的下部TCL65的顶部上。图6的器件60与图4的不同在于，器件60的EC层64切入部分64a和64b中，每个部分在位置P1处与其他的部分电气地隔离。EC层的左侧部分64a电连接至第一总线68和下部TCL65a的左侧部分。EC层的右侧部分64b电连接至第二总线69和上部TCL65b的右侧部分。将EC层64的各部分分离的切口比在下面将下部TCL65的各部分分离的切口更窄（具有更小的线宽）。由于穿过EC层64的另外的切口，下部TCL65的左侧部分与右侧部分之间的通道仅部分地填充EC层64。通道的剩余部分填充绝缘IC层63。

[0042] 将EC层64的各部分分离的切口可以比导电离子在EC层中的迁移长度更窄。例如，切口可以为大约10微米、大约5微米或甚至更窄。有效地，只要切口完全切断沉积在下面的层，对于该切口的宽度来说没有最小值。这是由于第二种情况导致形成EC层/IC层（或EC层/CE层）分界面，该分界面基本作用为类似下部TCL的各分离部分之间的“阻断”接触。该分界

面被认为比起电阻更像二极管地运转，并且因此甚至沿着比迁移长度更短的距离更加有效地阻断导电离子的移动。

[0043] 还提供制造如本文中所述的具有改进的产量和提高的性能的电变色器件的方法。在不脱离本发明的教导的情况下，沉积的层的成分或类型可被改变以便获得所需的结果。

[0044] 图7提供了示出器件40和器件50可以以其整体形成的方法的流程图700，器件40的一部分在图4中示出，器件50的一部分在图5中示出。在块702中，下部传输导电层沉积在基板上，使得下部传输导电层从第一总线连续地延伸至第二总线。在优选的实施例中，包括导体层的材料通过溅镀沉积在透明基板上以形成第一透明导体层。

[0045] 在块704，下部传输导电层在位置P1处被划线或切割。可以利用包括激光划线、刻蚀、机械研磨或本领域已知的其他适当的去除工序（“切割”）的几个不同方法之一实现划线。

[0046] 这种切割以各种不同的方式和/或方法执行，比如通过利用适当的掩模、划线或刻蚀工艺，刻蚀工艺采用激光器、机械磨蚀工艺、电子放电加工或化学蚀刻工艺中的一种或更多种，机械磨蚀工艺涉及例如利用金刚石、红宝石或不锈钢端头。

[0047] 在图4的例子中，可以通过执行一个紧挨着另一个的多次切割来显著地增大切口的线宽。在图5的例子中，可以通过执行彼此间隔开的两次或更多次切割有效地增大线宽，使得从两个或更多个切口之间的TCL保留的材料与器件的第一总线和第二总线两者电气地隔离。

[0048] 在块706，电变色(EC)电极层(本文中也称作“第一电极”)则沉积在下部TCL上，使得EC层从第一总线连续地延伸至第二总线。

[0049] 在优选的实施例中，第一电极通过中频反应溅镀或DC溅镀技术沉积。在一些实施例中，第一电极层沉积在加热的下部透明导体层上。

[0050] 在块708，离子导体层则沉积在电变色电极层上，使得离子导体层从第一总线连续地延伸至第二总线。如在美国专利US7,372,610和US7,593,154中说明的，离子导体层可以包括能够允许离子移动通过层的固态电解质，上述专利的全部内容在此通过参引方式结合于本文中。离子导体层必须具有足够的离子传输性能以使得离子，优选地锂离子，能够移动通过。任何材料可被用作离子导体，只要其允许离子从CE层穿行至EC层即可。在一些实施例中，离子导体层包括硅酸盐基结构。在其他实施例中，特别适用于锂离子传输的适当的离子导体包括但不限于，硅酸锂、硅酸锂铝、硼酸锂铝、硼酸锂、硅酸锂锆、铌酸锂、硼硅酸锂、硅酸锂磷、氮化三锂、氟化锂铝以及其他这样的锂基陶瓷材料、硅土或二氧化硅。可以使用其他适当的离子导电材料，比如二氧化硅或氧化钽。优选地，离子导电层具有低的电子电导率或不具有电子电导率。优选的离子导体材料是通过溅镀或溶胶-凝胶工艺生产的锂硅氧化物。

[0051] 在一些优选的实施例中，离子导体层通过中频反应溅镀或DC溅镀技术来沉积。在其他优选实施例中，离子导体层通过包括浸涂、旋涂和喷涂的溶胶凝胶薄膜沉积技术沉积。在仍然的其他优选实施例中，离子导体层通过溅镀或通过溶胶凝胶技术沉积。用于通过溅镀或溶胶凝胶涂层沉积这些层的工艺对本领域技术人员来说是已知的。

[0052] 在块710，反电极(CE)层(本文中也称作“第二电极”层)然后沉积在离子导体层上，使得CE层从第一总线连续地延伸至第二总线。CE层可以是阳极互补CE层，比如混合钨镍

氧化物,以及优选地基本上结晶的混合钨镍氧化物,如在美国专利US7,372,610中所描述的,该专利的全部内容在此通过参引方式并入本文中。互补CE层可以包括电荷补偿离子,比如锂。电荷补偿离子可以至少部分地嵌入在混合钨镍氧化物内,和/或作为至少部分地涂覆CE层的表面的薄膜存在。当施加适当的电势时,电荷补偿离子能够从CE层可逆地传输至EC层。

[0053] 在沉积有混合钨镍氧化物薄膜的一些实施例中,通过锂的沉积减小沉积薄膜。通过化学湿选法、溶胶凝胶、化学气相沉积、物理汽相沉积或非反应溅镀中的任一种实现锂的沉积。在优选的实施例中,沉积在钨镍氧化物薄膜上的锂的来源是利用非反应溅镀处理在真空中沉积的金属锂。在一个实施例中,沉积在阳极混合钨镍氧化物薄膜上的锂的量被精密地控制,使得添加锂的量允许穿过CE层并且因此穿过整个器件的光的最大透射。

[0054] 返回的图7流程图700,在块712,电荷补偿离子,比如氢核(H^+)、锂离子(Li^+)或钠离子(Na^+),被嵌入电变色器件内。如本文中使用的,术语“嵌入”指的是分子、原子或离子向电变色器件层的晶格内的可逆嵌入。在本发明的优选的实施例中,电荷补偿离子是锂。在一些例子中,在真空处理条件下,锂离子通过原子锂的磁控管溅镀沉积而从金属溅镀目标沉积在器件内。在其他例子中,可以利用任何已知的沉积方法(例如溅镀等等)代替金属锂来沉积氧化锂或碳酸锂。一般地,在电极层中的一层或两层沉积之后发生嵌入步骤。所沉积的电荷补偿离子的量被精确地控制,使得增加电荷补偿离子的量以使电变色器件的动态范围最大化。

[0055] 最后,在块714,如上在第一透明导电层的沉积中所述的,通过本领域众所周知的方法将上部透明导电层沉积在反电极层上。

[0056] 在一些实施例中,构成电变色器件的全部层在同一真空处理腔室中经由磁控管溅镀沉积来进行沉积以便提高器件制作可制造性,意味着产量可能由于减少的处理而增大,以及吞吐量也可能由于更少的工艺步骤而增大。此外,在同一腔室中沉积全部层将导致短路的数目的减少。

[0057] 可以通过包括化学湿选法、化学气相沉积或物理汽相沉积的本领域已知的任何技术沉积透明导体、EC层、IC层和CE层。优选的沉积方法包括溶胶凝胶、喷雾热解、电沉积、金属有机分解、激光烧蚀、脉冲激光烧蚀、蒸发、e射束辅助蒸发、溅镀、中频反应溅镀、RF溅镀、磁控溅镀、DC溅镀、反应DC磁控溅镀等。

[0058] 热处理工艺被认为对电变色器件的开关特性以及提高第二电极层(即,邻近上部TCL的电极层)的电导率和透明度具有积极效果。还认为热处理具有提高锂CE层的透光度的作用。

[0059] 流程图800示出可以整体上形成在图6中示出其一部分的器件60的工艺。块802-806和810-816中说明的步骤分别与结合流程图700说明的步骤702-714相当,并且因此在此不做重复。流程图800包括另外的步骤,即块808。在块808,在EC层下面的下部透明导体层中的划线之上,在位置P1处对EC层进行划线或切割。EC层划线可以具有比下部TC层划线窄的线宽,使得在位置P1处沉积在下部TC层部分之间的通道上以及占据该通道的EC层材料的仅一部分被划线,同时EC层材料中的一些保持沉积在通道中。

[0060] 因此,在图4和图5的例子中,上述例子的形成过程通过流程图700的步骤702-706示出,通过P1切口形成的通道由EC层填充。为了当器件在相当长的时间段内保持在着色状

态时防止跨越通道的宽度的导电路形成在EC层中,通道的线宽被选择成超过锂离子的迁移长度(如上所述,锂离子嵌入器件内)。相反地,在通过流程图800的步骤802-810示出形成过程的图6的例子中,形成在TCL中的通道部分地由EC层填充以及部分地由EC层之上的IC层填充。与EC层不同,当器件保持在着色状态时,IC层不会变得导电。形成在位置P1处的通道因此不能变得完全导电。因此,图6的TCL的左侧部分65a和右侧部分65b之间的通道(即,在块804中形成的第一P1划线的线宽)并不一定与形成在图4或图5的TCL的左侧部分和右侧部分之间的通道具有相同宽度,以免下部TCL的短路。

[0061] 包括在器件40、50和60中的每一层可以利用美国专利US8,004,744以及名称为“减少漏电的激光切口”的同时待审批申请13/786,934中说明的材料和技术来形成,上述文件的全部内容在此通过参引方式并入本文。可以相继地形成器件的层,以底部TCL开始,向上作业至上部TCL。

[0062] 在一些实施例中,一个或更多个光调谐层可以沉积在上部TCL之上,如在美国专利US5,724,177中更全面地描述的,该专利的公开内容在此通过参引方式全部结合到本文中。例如,光调谐层可以与导电金属层结合使用并且优选地具有在大约10nm与大约50nm之间的厚度,以及更优选地具有在大约23nm与大约40nm之间的厚度。用于形成光调谐层的优选的材料具有大于大约1.9并且更优选地在大约1.9与大约2.8之间的折射率。在一些实施例中,可以利用以下方法选择光调谐层的折射率和厚度。可以通过使玻璃基板的折射率乘以透明导电层的折射率以及获取乘积的平方根来确定所需的折射率。然后通过可见光波长(例如540nm)由计算的折射率除来确定光调谐层61的厚度。优选地,光调谐层的厚度为大约75nm。

[0063] 在一个例子中,玻璃基板具有1.5的折射率,第一光调谐层具有大约1.77的折射率和大约75nm的厚度,下部透明导电氧化层具有大约2.1的折射率和大约450nm的厚度,电变色电极层具有大约2.1的折射率和大约400nm的厚度,离子导电层具有大约1.5的折射率和大约200nm的厚度,反电极层具有大约2.0的折射率和大约200nm的厚度,上部透明导电层具有大约2.1的折射率和大约450nm的厚度,第二光调谐层具有大约1.77的折射率和大约75nm的厚度。还可以提供玻璃基板和用于将玻璃基板粘结至光调谐层的复合层,玻璃基板和复合层中的每一者均具有大约1.5的折射率。

[0064] 在另一个例子中,玻璃基板具有大约1.5的折射率,第一光调谐层具有大约2.1的折射率和大约20nm的厚度,第二相邻光调谐层具有大约1.5的折射率和大约29nm的厚度,下部透明导电层具有大约2.1的折射率和大约450nm的厚度,电变色电极层具有大约2.1的折射率和大约300nm的厚度,离子导电层具有大约2.0的折射率和大约200nm的厚度,反电极层具有大约2.0的折射率和大约200nm的厚度,上部透明导电层具有大约2.1的折射率和大约450nm的厚度,复合层具有大约1.5的折射率,玻璃基板具有大约1.5的折射率。

[0065] 在一些另外的例子中,下部透明导电层可以利用选择的两个或更多个光调谐层进行光学调谐,使得各个层的折射率从基板的折射率逐渐增大至下部透明导电层的折射率。在这一点上,光调谐层可以是折射率单调地增大的两个或更多个层。例如,用于包括具有大约1.5的折射率的玻璃基板和具有大约1.9的折射率的下部透明导电层的器件来说,第一光调谐层将期望地具有大约为 $1.62((1.5^2 \times 1.9)^{1/3})$ 的折射率,以及第二光调谐层将期望地具有大约 $1.76((1.5 \times 1.9^2)^{1/3})$ 的折射率。如通过光学模型确定以获得最大透光度,层的厚度期望地分别为大约60nm和53nm。在需要时,可以利用一系列两个以上的相邻光调谐层来

进一步增强光调谐效应。

[0066] 在上述实施例的每一个中,EC层沉积在IC层下面(例如,更靠近基板、更靠近下部TCL),CE层沉积在IC层之上(例如,更靠近上部TCL)。在本公开的其他实施例中,可以切换EC层和CE层的设置,使得CE层定位在IC层下面,EC层定位在IC层之上。在这些实施例中,P1划线可以通过CE层而非通过EC层切割,P3划线可以更靠近EC层通过TCL层切割。类似地,关于上述方法,电变色堆叠可以以逆序形成在基板上。由此,根据实施例,可以在位置P1处切割底部两个或三个形成层(即,邻近于基板的透明导体层、CE层以及在一些实施例中邻近于CE层的IC层)。

[0067] 尽管每个上述实施例示出了仅两个总线之间的电变色结构,但是很清楚上述公开也类似地应用于具有两个以上总线的器件。在这些器件中,每个总线可以通过如上所述形成的电变色结构彼此电气地分离。形成每个电变色结构可以同时或相继地执行,形成在每对总线之间的层可以以如上所述的任何方式划线。

[0068] 最后,如上所述以及附图中示出的实施例不限于矩形形状的电变色器件。相反地,说明书和附图仅旨在描述电变色器件的截面图,而非旨在以任何方式限制这种器件的形状。例如,电变色器件可以形成为除长方形以外的形状(例如圆形等等)。对于另外的例子,电变色器件可以三维地成形(例如凸形、凹形等等)。

[0069] 尽管在本文中已参照具体实施例对本发明的进行了说明,但是可以理解的是,这些实施例仅例示了本发明的原理和应用。因此可以理解的是,在不脱离由随附权利要求书限定的本发明的精神和范围的情况下,可以对示例性实施例做出各种变型并且可以设计其他布置。

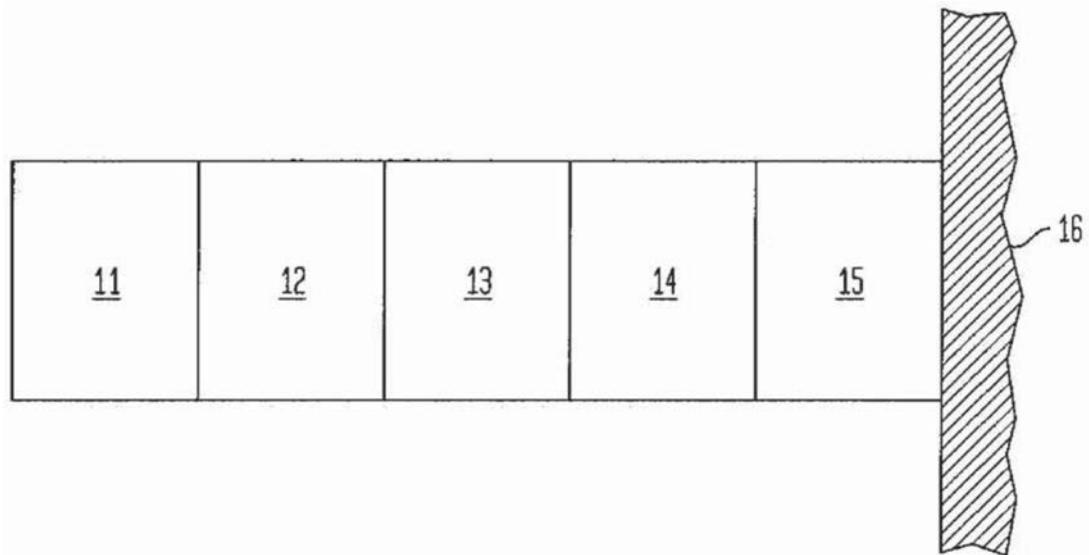


图1

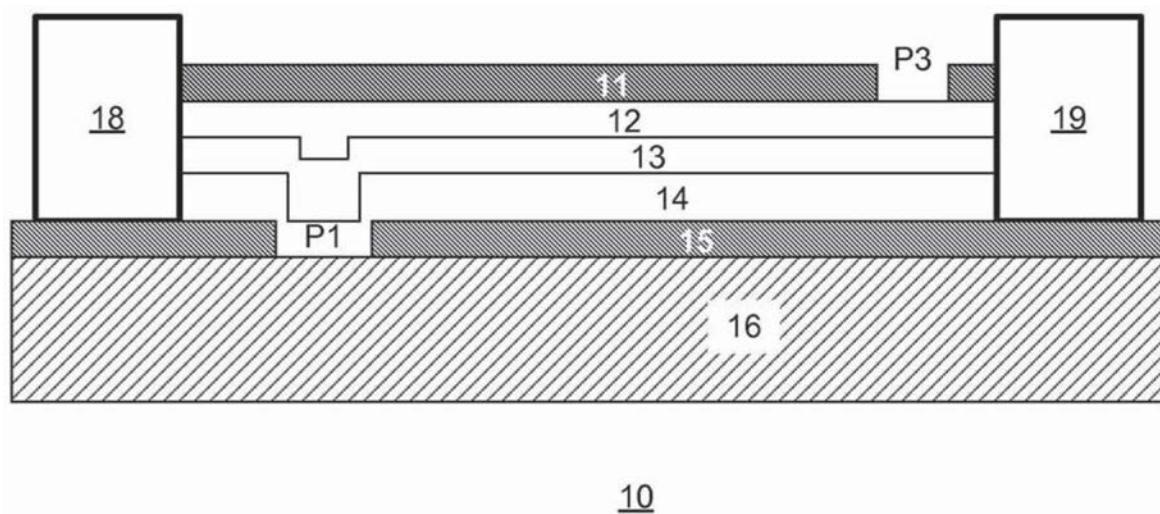
10

图2

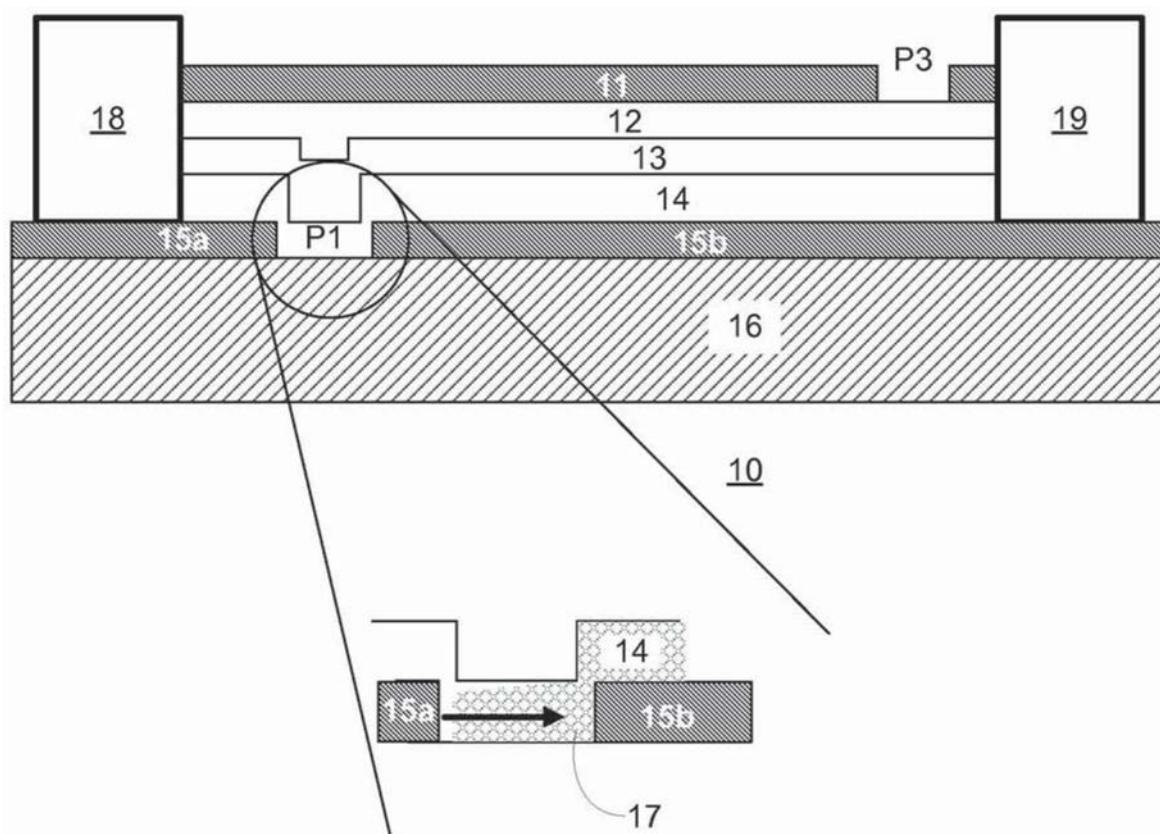


图3

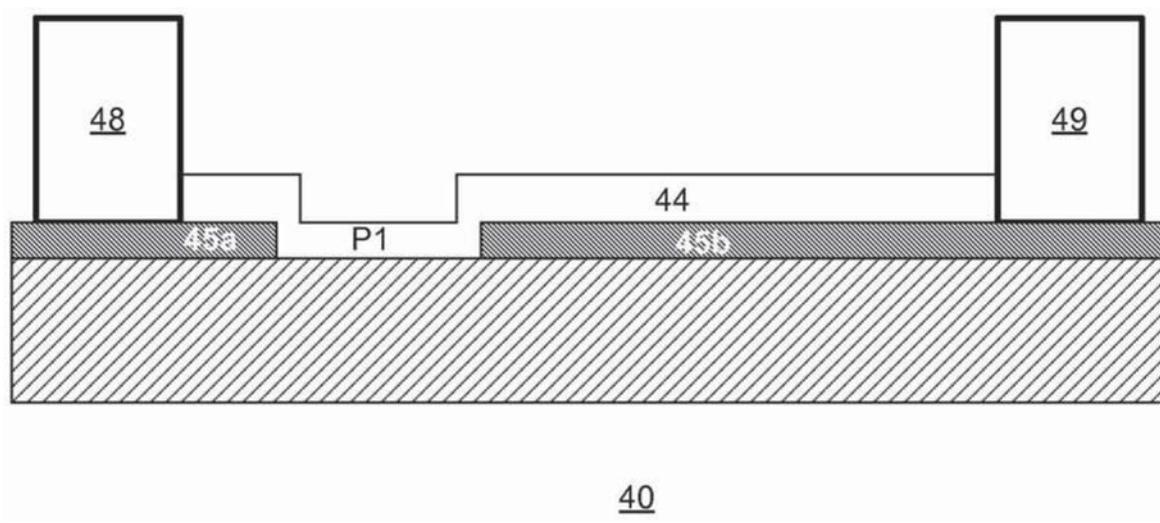
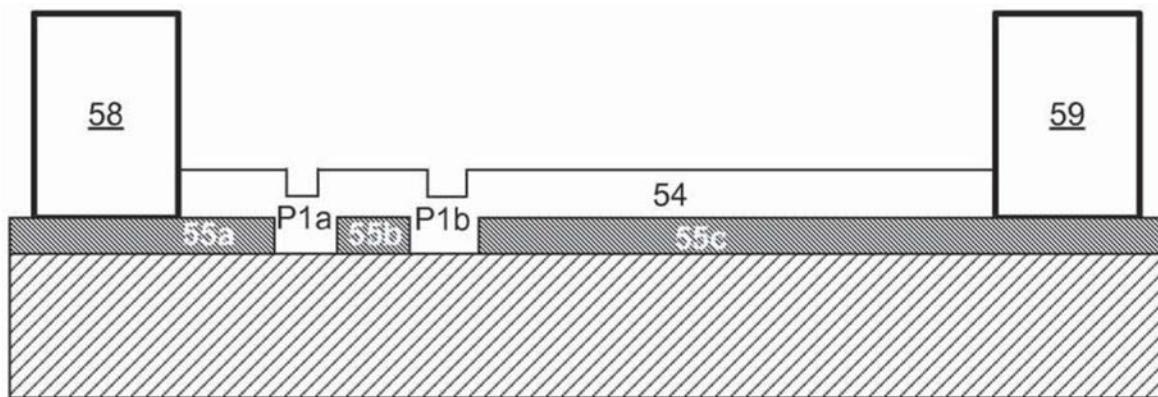
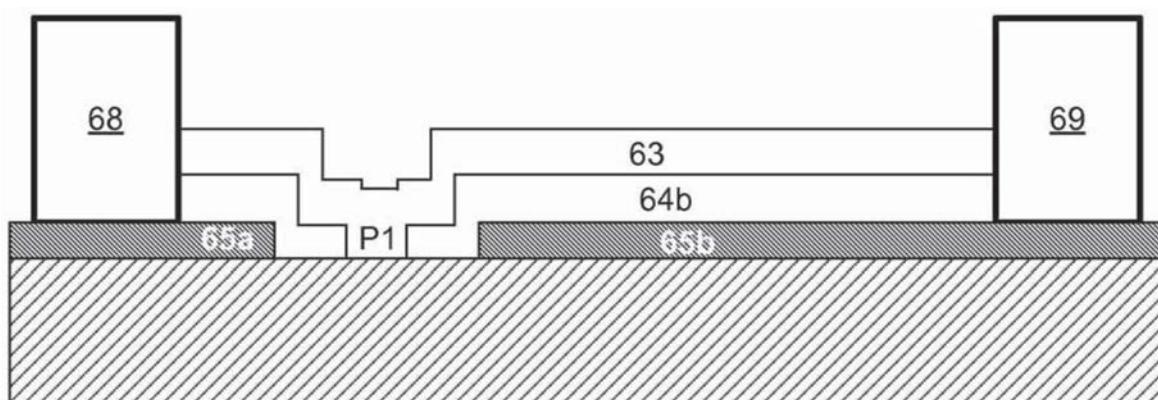
40

图4



50

图5



60

图6

700

图7

800

图8