



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113885266 A

(43) 申请公布日 2022.01.04

(21) 申请号 202110742363.2

(22) 申请日 2021.07.01

(30) 优先权数据

16/918,419 2020.07.01 US

(71) 申请人 菲尔齐费尔公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 周焱 王坚 王光明

(74) 专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事

务所(普通合伙) 11413

代理人 罗小晨 程强

(51) Int. Cl.

G02F 1/155 (2006.01)

G02F 1/1523 (2019.01)

G02F 1/15 (2019.01)

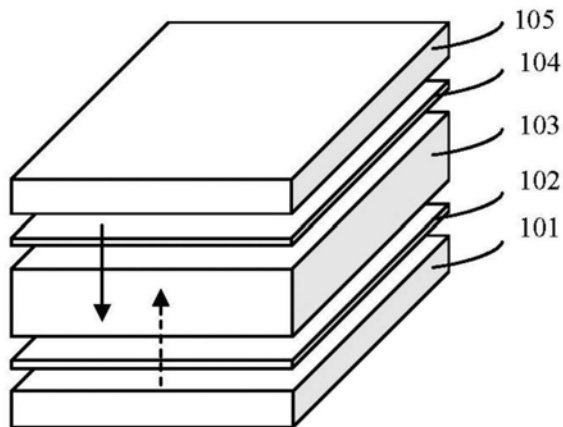
权利要求书3页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

自加热电致变色装置及其制造方法

(57) 摘要

本说明书提供了一种自热电致变色装置及相关制造方法。所述电致变色装置包括相互贴合的底部电极层和底部基板；彼此贴附的顶部电极层和顶部基板；夹在底部电极层和顶部电极层之间的电致变色层、电解质层和电荷存储层。下电极层的两个边缘上可以分别设置两个第一高导电棒，上电极层的两个边缘上可以分别设置两个第二高导电棒。第一高导电棒和第二高导电棒可以被配置为响应于电压在电极层中产生电流，从而提高电致变色装置的温度，从而提高电致变色装置在低温环境下的切换速度。



1. 一种电致变色装置,包括:

一个底部基板和一个底部电极层,所述底部基板和底部电极层彼此贴附;

一个顶部基板和一个顶部电极层,所述顶部基板和顶部电极层彼此贴附;

一个电致变色层,该电致变色层设置在底部电极层的内表面上;

一个电荷储存层,该电荷储存层设置在顶部电极层的内表面上;

一个电解质层设置于所述电致变色层与所述电荷储存层之间且夹在所述电致变色层与所述电荷储存层之间,其中所述底电极层、电致变色层、电解质层、电荷储存层及顶电极层被置于所述底部基板和顶部基板之间,所述底电极层和顶部电极层用于接受一个转换电压,从而引起所述电致变色装置的透光率发生变化;以及

位于所述底部电极层的一个远离所述底部基板的表面上的两个第一高导电棒,其中所述两个第一高导电棒被配置为响应于施加在所述第一高导电棒上的第一加热电压,从而在所述底部电极层中产生电流以改变所述电致变色装置的温度。

2. 根据权利要求1所述的电致变色装置,还包括:

两个第二高导电棒位于所述顶部电极层的一个远离所述顶部基板的表面,其中所述两个第二高导电棒用于响应施加在所述第二高导电棒上的第二加热电压,从而在所述顶部电极层中产生电流以改变所述电致变色装置的温度。

3. 根据权利要求2所述的电致变色装置,其特征在于,所述第一高导电棒和第二高导电棒均由导电膏、导电带或嵌入金属线制成。

4. 根据权利要求2所述的电致变色装置,其特征在于,所述第一高导电棒分别沿所述底部电极层的边缘设置,而所述第二高导电棒分别沿所述顶部电极层的边缘设置。

5. 根据权利要求2所述的电致变色装置,其特征在于,所述第一高导电棒和第二高导电棒在与所述底电极层平行的平面上的投影相互分离。

6. 根据权利要求5所述的电致变色装置,其特征在于,所述两条第一高导电棒相互平行,分别沿所述底部电极层的两个相对边缘设置,所述两条第二高导电棒相互平行,分别沿所述顶部电极层的两个相对边缘设置。

7. 根据权利要求5所述的电致变色装置,其特征在于,所述两个第一高导电棒分别沿所述底电极层的两个相邻边缘设置,所述两个第二高导电棒分别沿所述顶电极层的两个相邻边缘设置。

8. 根据权利要求1所述的电致变色装置,其特征在于,所述电解质层是包括一种或多种极性结晶聚合物和一种或多种极性无定形聚合物的固体聚合物电解质层,并且其中所述极性结晶聚合物的总重量占所述固体聚合物电解质层总重量的0%至60%,以及所述极性无定形聚合物的总重量占所述固体聚合物电解质层总重量的0%至70%。

9. 一种电致变色装置,包括:

一个底部加热电极层和一个底部光学电极层,所述加热电极层和底部光学电极层分别附接到一个底部基板的外表面和内表面;

一个顶部加热电极层和一个顶部光学电极层,所述顶部加热电极层和顶部光学电极层分别附接到一个顶部基板的外表面和内表面;

一个电致变色层设置在所述底部光学电极层的内表面上;一个电荷存储层设置在所述顶部光学电极层的内表面上;

一个电解质层设置于所述电致变色层与所述电荷储存层之间且夹在所述电致变色层与所述电荷储存层之间,其中所述底部光学电极层、电致变色层、电解质层、电荷储存层及顶部光学电极层被置于所述底部基板和顶部基板之间,所述底部光学电极层和顶部光学电极层用于接受一个转换电压,从而引起所述电致变色装置的透光率发生变化;以及

两个第一高导电棒位于所述底部加热电极层的一个远离所述底部基板的表面上,其中所述两个第一高导电棒被配置为响应于施加在第一高导电棒上的第一加热电压,从而在所述底部加热电极层中产生电流以改变所述电致变色装置的温度。

10. 根据权利要求9所述的电致变色装置,还包括:

两个第二高导电棒位于所述顶部电极层的一个远离所述顶部基板的表面上,其中所述两个第二高导电棒用于响应施加在所述第二高导电棒上的第二加热电压,从而在所述顶部加热电极层中产生电流以改变所述电致变色装置的温度。

11. 根据权利要求10所述的电致变色装置,其特征在于,其中所述第一高导电棒和所述第二高导电棒均由导电膏、导电带或嵌入金属线制成。

12. 根据权利要求10所述的电致变色装置,其特征在于,其中所述第一高导电棒分别沿所述底部加热电极层的边缘设置,而所述第二高导电棒分别沿所述顶部加热电极层的边缘设置。

13. 根据权利要求9所述的电致变色装置,其特征在于,其中所述电解质层是包括一种或多种极性结晶聚合物和一种或多种极性无定形聚合物的固体聚合物电解质层,并且其中所述极性结晶聚合物的总重量占所述固体聚合物电解质层总重量的0%至60%,以及所述极性无定形聚合物的总重量占所述固体聚合物电解质层总重量的0%至70%。

14. 一种电致变色装置的制造方法,包括:

形成一个底部基板和附着于所述底部基板的底部电极层;

在所述底部电极层的一个远离所述底部基板的表面上,形成两个高导电棒,所述高导电棒用于在第一加热电压下,在所述底部电极层中产生电流;

形成相互贴合的一个顶部基板与一个顶部电极层;以及

形成夹在底部电极层和顶部电极层之间的一个电致变色层,一个电解质层和一个电荷储存层,其中所述电解质层置于所述电致变色层和电荷储存层之间,所述底部电极层、电致变色层、电解质层、电荷储存层和顶部电极层被置于所述底部基板和顶部基板之间,

其中,所述两个第一高导电棒被配置为响应于施加在第一高导电棒上的第一加热电压,并在所述底部电极层中产生电流以改变所述电致变色装置的温度,所述底部电极层和顶部电极层被配置为接受一个转换电压以引起所述电致变色器件的光透射率的变化。

15. 根据权利要求14所述的方法,还包括:

在所述顶部电极层远离顶部基板的表面上形成两个第二高导电棒,其中两个第二高导电棒用于响应施加在第二高导电棒上的第二加热电压,从而在所述顶部电极层中产生电流以改变所述电致变色装置的温度。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述第一高导电棒和所述第二高导电棒均由导电膏、导电带或嵌入金属线制成。

17. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述第一高导电棒分别沿所述底部电极层的边缘设置,而所述第二高导电棒分别沿所述顶部电极层的边缘设置。

18. 如权利要求15所述的方法,其特征在于,所述第一高导电棒和第二高导电棒在与所述底电极层平行的平面上的投影相互分离。

19. 如权利要求18所述的方法,其中,在所述底部电极层远离所述底部基板的表面上形成两个第一高导电棒包括:

形成彼此平行且分别沿着底部电极层的两个相对边缘的两个第一高导电棒,

其中,所述在顶部电极层远离顶基板的表面上形成两个第二高导电棒包括:

形成彼此平行且分别沿着顶部电极层的两个相对边缘的两个第二高导电棒。

20. 如权利要求18所述的方法,其特征在于,在所述底部电极层远离所述底部基板的表面上形成两个第一高导电棒包括:

分别沿着所述底部电极层的两个相邻边缘形成两个第一高导电棒,

其中,在所述顶部电极层远离所述顶部基板的表面上形成两个第二高导电棒包括:

分别沿着所述顶部电极层的两个相邻边缘形成两个第二高导电棒。

## 自加热电致变色装置及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本公开总体涉及电子技术领域,并且更具体地,涉及自我加热电致变色装置及其制造方法。

### 背景技术

[0002] 电致变色通常是指在施加电压时材料的光学特性的可逆变化。特别地,电致变色材料由于施加电场引起的电化学反应-氧化(氧化还原)反应而表现出可逆的透明度变化。电致变色材料可以包括有机和无机材料。由于其可调节的光学特性,电致变色材料已被用于各种设备中以提供可调节的照明条件。例如,由电致变色材料制成的可调光镜子和可调光窗户,被称为智能玻璃/窗户或可切换玻璃/窗户,已广泛用于车辆、飞机和建筑物。

[0003] 电致变色材料改变其光学特性的速度(即“切换速度”)由其电解质层中离子的迁移率决定,并受温度影响。低温(例如,低于0°C)不仅会减慢离子运动速度,从而导致切换速度降低,而且还会降低电致变色材料可以达到的透明度范围。因此,随着温度下降,智能玻璃/窗户的性能可能会下降。由于许多智能玻璃/窗户,例如建筑物或车辆的窗户,可能会暴露在低温环境(例如,低于冰点的温度),因此非常需要能够承受低温环境而不降低其性能的电致变色装置。

### 发明内容

[0004] 鉴于上述传统技术的局限性,本说明书提供了一种解决这些局限性的自加热电致变色装置和相关制造方法。

[0005] 本说明书首先提供了一种电致变色装置。电致变色装置可以包括彼此附接的底部基板和底部电极层;相互贴附的顶部基板和顶部电极层;设置在底部电极层的内表面上的电致变色层;设置在顶部电极层的内表面上的电荷储存层;设置在电致变色层和电荷存储层之间并置于电致变色层和电荷存储层之间的电解质层。底部电极层、电致变色层、电解质层、电荷存储层和顶部电极层可以被置于底部基板和顶部基板之间。底部电极层和顶部电极层可以被配置为接受转变电压以引起电致变色装置的光学透射率的变化。

[0006] 电致变色装置还可以包括两个第一导电棒,位于底部电极层远离底部基板的表面上。两个第一高导电棒可以被配置为响应于施加在第一高导电棒上的第一加热电压,在底部电极层中产生电流以改变电致变色装置的温度。

[0007] 在一些实施例中,上述电致变色装置还可以包括位于顶部电极层远离顶部基板的表面上的两个第二高导电棒。两个第二高导电棒可以被配置为响应于施加在第二高导电棒上的第二加热电压,在顶部电极层中产生电流以改变电致变色装置的温度。

[0008] 在一些实施例中,第一高导电棒和第二高导电棒可以各自由导电膏、导电带或嵌入的金属线制成。

[0009] 在一些实施例中,第一高导电棒可以分别沿着底部电极层的边缘设置,并且第二高导电棒可以分别沿着顶部电极层的边缘设置。

[0010] 在一些实施例中,第一高导电棒和第二高导电棒在与底部电极层平行的平面上的投影可以彼此分开。

[0011] 在一些实施例中,两个第一高导电棒可以彼此平行并且分别沿着底部电极层的两个相对边缘设置。两个第二高导电棒可以彼此平行并且分别沿着顶部电极层的两个相对边缘设置。

[0012] 在一些实施例中,两个第一高导电棒可以分别沿着底部电极层的两个相邻边缘设置。两个第二高导电棒可以分别沿着顶部电极层的两个相邻边缘设置。

[0013] 在一些实施例中,电解质层可以是包括一种或多种极性结晶聚合物和一种或多种极性无定形聚合物的固体聚合物电解质层。极性结晶聚合物的总量占固体聚合物电解质层总重量的0%至60%,以及极性无定形聚合物的总量占固体聚合物电解质层总重量的0%至70%。

[0014] 本说明书还提供了另一种电致变色装置。电致变色装置可以包括:分别附接到底部基板的外表面和内表面的底部加热电极层和底部光学电极层;分别附接到顶部基板的外表面和内表面的顶部加热电极层和顶部光学电极层;设置在底部光学电极层的内表面上的电致变色层;设置在顶部光学电极层的内表面上的电荷存储层;设置于电致变色层与电荷存储层之间并夹在电致变色层与电荷存储层之间的电解质层。底部光学电极层、电致变色层、电解质层、电荷存储层和顶部光学电极层可以被置于底部基板和顶部基板之间。底部光学电极层和顶部光学电极层可以被配置为接受转变电压,从而引起电致变色装置的光学透射率的变化。

[0015] 电致变色装置还可包括位于底部加热电极层远离底部基板的表面上的两个第一高导电棒。两个第一高导电棒可以被配置为响应于施加在第一高导电棒上的第一加热电压,在底部加热电极层中产生电流以改变电致变色装置的温度。

[0016] 在一些实施例中,电致变色装置还可包括位于顶部加热电极层远离顶部基板的表面上的两个第二高导电棒。两个第二高导电棒可以被配置为响应于施加在第二高导电棒上的第二加热电压,在顶部加热电极层中产生电流以改变电致变色装置的温度。

[0017] 在一些实施例中,第一高导电棒和第二高导电棒可以各自由导电膏、导电带或嵌入的金属线制成。

[0018] 在一些实施例中,第一高导电棒可以分别沿着底部加热电极层的边缘设置,并且第二高导电棒可以分别沿着顶部加热电极层的边缘设置。

[0019] 在一些实施例中,电解质层可以是包括一种或多种极性结晶聚合物和一种或多种极性无定形聚合物的固体聚合物电解质层。极性结晶聚合物的总量占固体聚合物电解质层总重量0%至60%,以及极性无定形聚合物的总量占固体聚合物电解质层总重量0%至70%。

[0020] 本说明书还提供了一种电致变色装置的制造方法。该方法可以包括:形成彼此附接的底部基板和底部电极层;在底部电极层远离底部基板的表面上形成两个第一高导电棒;形成相互贴合的顶部基板与顶部电极层;形成电致变色层、电解质层以及夹在底部电极层和顶部电极层之间的电荷存储层。电解质层可以夹在电致变色层和电荷存储层之间。底部电极层、电致变色层、电解质层、电荷存储层和顶部电极层可以被置于底部基板和顶部基板之间。

[0021] 两个第一高导电棒可以被配置为响应于施加在第一高导电棒上的第一加热电压，从而在底部电极层中产生电流以改变电致变色装置的温度。底部电极层和顶部电极层可以被配置为接受转变电压以引起电致变色装置的光学透射率的变化。

[0022] 在一些实施例中，上述方法还可以包括在顶部电极层远离顶部基板的表面上形成两个第二高导电棒。两个第二高导电棒可以被配置为响应于施加在第二高导电棒上的第二加热电压，从而在顶部电极层中产生电流以改变电致变色装置的温度。

[0023] 在一些实施例中，第一高导电棒和第二高导电棒可以各自由导电膏、导电带或嵌入的金属线制成。

[0024] 在一些实施例中，第一高导电棒可以分别沿着底部电极层的边缘形成，并且第二高导电棒可以分别沿着顶部电极层的边缘形成。

[0025] 在一些实施例中，第一高导电棒和第二高导电棒在与底部电极层平行的平面上的投影可以彼此分开。

[0026] 在一些实施例中，在底部电极层远离底部基板的表面上形成两个第一高导电棒可以包括：形成彼此平行且分别沿着底部电极层的两个相对边缘的两个第一高导电棒。所述在顶部电极层远离顶基板的表面形成两条第二高导电棒可以包括：形成彼此平行且分别沿着顶部电极层的两个相对边缘的两个第二高导电棒。

[0027] 在一些实施例中，在底部电极层远离底部基板的表面上形成两个第一高导电棒可以包括：分别沿着底部电极层的两个相邻边缘形成两个第一高导电棒。所述在顶部电极层远离顶基板的表面形成两条第二高导电棒可以包括：分别沿着顶部电极层的两个相邻边缘形成两个第二高导电棒。

[0028] 在本说明书公开的电致变色装置中，可以分别沿着顶部电极层和/或底部电极层的两个边缘设置两个高导电棒。当在高导电棒上施加加热电压时，电极层可用作加热元件以加热电致变色装置。当环境温度低于最佳工作温度时，电极层产生的热量可以提高工作温度，从而提高电致变色装置的切换速度和性能。

[0029] 所述系统、方法的这些和其他特征，以及结构的相关元件的操作和功能的方法，在参考附图考虑以下描述和所附权利要求后将变得更加清楚。并且所有这些都构成了本说明书的一部分。图中相同的附图标记可以表示各个图中的相应部分。应明确理解，附图仅用于说明和描述的目的，并不旨在作为对说明书限制的定义。应当理解，如权利要求所述，前面的一般描述和下面的详细描述仅是示例性和说明性的，而不是对说明书的限制。

## 附图说明

[0030] 图1是示出电致变色装置的简化示意图的图形呈现。

[0031] 图2是示出电致变色装置在不同温度下的透明度随时间变化的图表。

[0032] 图3是示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的电致变色装置的简化示意图的图示。

[0033] 图4A和4B示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的具有高导电棒的电极层的电致变色装置中的简化示意图的截面图。

[0034] 图5A和5B示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的电致变色装置的简化示意图的俯视图。

[0035] 图6示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的电致变色装置中的电极层的三维简化示意图的。

[0036] 图7示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的电致变色装置的简化示意图。

[0037] 图8示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的制造电致变色装置的方法的流程图。

[0038] 图9示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的电致变色装置的装置温度随时间变化的图表。

### 具体实施方式

[0039] 现在将参照附图描述本发明的具体的非限制性实施例。应当理解,本文公开的任何实施例的特定特征和方面可以与本文公开的任何其他实施例的特定特征和方面一起使用和/或组合。还应当理解,这些实施例仅是示例并且仅仅是对本发明范围内的少数实施例的说明。对于本发明所属领域的技术人员显而易见的各种变化和修改被认为在如所附权利要求中进一步限定的本发明的精神、范围和构思内。

[0040] 虽然在此描述了所公开原理的示例和特征,但在不脱离所公开实施例的精神和范围的情况下,修改、改编和其他实施方式是可能的。此外,“包含(comprising)”、“具有(having)”、“包含(containing)”和“包括(including)”等词和其他类似形式在含义上是等效的,并且是开放式的。在这些词中的任何一个之后的一个或多个项目并不意味着是这些项目或项目的详尽列表,或者意味着仅限于列出的一个或多个项目。还必须注意,如本文和所附权利要求中所使用的,另外,单数形式“一(a)”、“一(an)”和“该”包括复数指示物,除非上下文另有明确规定。

[0041] 本文所示的实施例充分详细地描述了以使本领域技术人员能够实践所公开的教导,使其可以使用其他实施例并从中导出其他实施例,从而可以在不脱离本公开的范围的情况下进行结构和逻辑替换和改变。因此,详细描述不应被理解为限制性的,并且各种实施例的范围由所附权利要求以及这些权利要求所赋予的等效物的全部范围限定。

[0042] 图1是示出电致变色装置的简化示意图的图形呈现。如图1所示,电致变色装置100可以包括置于一个电致变色层102和一个电荷存储层104之间的电解质层103。这三层还可以被置于两个导电基板,即底部导电基板101和顶部导电基板105之间,如图1所示。

[0043] 电致变色装置100是一个电流驱动装置。当在导电基板上施加电压时,在导电基板之间建立的电场的驱动下,电子可以注入电致变色层102并改变材料的氧化还原状态,导致其光透射率发生变化。同时,电解质层103中的离子可以向电荷存储层104和电致变色层102移动以补偿氧化还原状态的变化。图1中箭头的方向表示通过电致变色装置的电流方向。

[0044] 电致变色装置需要电解质以提供移动离子以掺杂或去掺杂电致变色材料。电致变色装置的固有切换速度由离子电导率决定。离子移动速度越快,离子可以在更短的时间内从电解质层到达电致变色层。离子的速度取决于几个因素,其中之一是温度。众所周知,低温会冻结离子的运动,使其难以到达电致变色层。图2是示出电致变色装置在不同温度下的透明度随时间变化的图表。如图2所示,低温(例如,  $-10^{\circ}\text{C}$ )不仅会导致电致变色装置的透明度比在相应的室温操作下变化更慢,而且还缩小了透明度的范围。

[0045] 建筑物和车辆中的智能玻璃经常在远低于摄氏零度的工作温度下工作,且需要能

够保持与室温下相同的切换速度。然而,较低的工作温度可能会减慢切换速度,从而对智能玻璃的性能产生不利影响。为了克服低温下离子运动缓慢的问题,本说明书提供了一种自热式电致变色装置,包括内部加热机构,可以在低温下提高电致变色装置的温度,从而恢复装置的切换速度。

[0046] 图3是示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的电致变色装置的简化示意图的图示。图4A和4B示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的具有高导电棒的电极层的电致变色装置中的简化示意图的截面图。图5A和5B示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的电致变色装置的简化示意图的俯视图。下面将参照这些附图详细描述电致变色装置。

[0047] 如图3所示,在一个实施例中,电致变色装置300可以包括彼此贴附的底部电极层301和底部基板330,相互贴附的顶部基板340和顶部电极层305;设置在底部电极层301的内表面上的电致变色层302;设置在顶部电极层305的内表面上的电荷存储层304;以及设置在电致变色层302和电荷存储层304之间并夹在电致变色层302和电荷存储层304之间的电解质层303。底部电极层301、电致变色层302、电解质层303、电荷存储层304,以及顶部电极层305可以被置于底部基板330和顶部基板340之间。

[0048] 电致变色装置300还包括分别设置在底部电极层301远离底部基板330的表面上的两个第一高导电棒311/312。底部基板330可以附接到底部电极的外表面301上,并且顶部基板340可以附接到顶部电极层305的外表面。在图3中,两个第一高导电棒311/312中的一个被遮挡,因此仅示出了一个。

[0049] 两个第一高导电棒311/312可以沿着底部电极层301的两个边缘设置,并且被配置为响应于施加在第一高导电棒上311/312的外部电压(即第一加热电压)从而在底部电极层301中产生电流。底部电极层301中的电流可以加热电致变色装置300。底部电极层301和顶部电极层305可以被配置为当被施予一个电压(即,转换电压)时,可引起所述电致变色装置300的光透射率的变化。

[0050] 在本说明书中,电极层的“外表面”是指电极层远离电致变色装置300内部(例如,电解质层303)的表面,而电极的“内表面”是指电极层的朝向电致变色装置300内部的表面。因此,如图3所示,由于底部电极层301远离底基板330的表面为底部电极层301的内表面,所以两个第一高导电棒311/312位于底部电极层301的内表面上。

[0051] 底部电极层301和顶部电极层305在至少一部分电磁波谱的可见区域中可以是透明的。它们可以具有相同或不同的尺寸并且包括相同或不同的材料。底部电极层301和顶部电极层305也可以各自独立地具有单层或多层结构。适用于底部电极层301和顶部电极层305的材料可以包括但不限于,锡掺杂氧化铟(ITO)、氟掺杂氧化铟、铋掺杂氧化铟、锌掺杂氧化铟(IZO)、铝掺杂氧化锌、银纳米线、碳纳米管薄膜、玻璃或塑料基板上的图案化金属、金属网、金属栅极、介电金属电介质(DMD)、它们的组合和/或具有足够导电性的其他此类透明材料。在一个实施例中,底部电极层301和顶部电极层305可以包括ITO。

[0052] 电致变色层302可以包括一种或多种电致变色材料。适用于电致变色层302的电致变色材料可包括但不限于无机材料、共轭聚合物、有机小分子、金属盐、它们的组合等。

[0053] 在一些实施例中,电致变色层302的电致变色材料可以包括金属氧化物,例如 $\text{MoO}_3$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{Ir}(\text{OH})_x$ 、 $\text{SrTiO}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaTiO}_3$ 、钛酸钠、铌酸钾及其组合



子电导率。在一些实施方案中,极性非晶聚合物的总量可以为约20%至约70%的固体聚合物电解质的总重量。

[0060] 如上所述,本公开的固体聚合物电解质可以包含一种或多种电解质盐。在一些实施方案中,一种或多种电解质盐可以包括一种或多种有机盐。在一些实施方案中,一种或多种电解质盐可以包括一种或多种无机盐(例如金属盐)。合适的电解质盐可以包括但不限于LiTFSI, LiPF<sub>6</sub>, LiBF<sub>4</sub>, LiClO<sub>4</sub>, LiCF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>, LiN(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, LiSbFg, LiAsF<sub>6</sub>, LiN(CF<sub>3</sub>CF<sub>2</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>NBF<sub>4</sub>, (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>NBF<sub>4</sub>, LiI, 其组合等。在一些实施方案中,电解质盐的总量可以为约10%至约50%的固体聚合物电解质的总重量。

[0061] 在一些实施方案中,本公开的一种或多种极性非晶聚合物和一种或多种电解质盐基本上与一种或多种极性结晶聚合物的骨架混溶。优选地,本公开的固体聚合物电解质的组分彼此相容,并且可以共混(例如,通过溶液工艺或挤出)到透明膜中而没有任何可观察到的颗粒。

[0062] 固体聚合物电解质与常规液体电解质以及其中包含离子液体的凝胶聚合物电解质是可区分的。换句话说,本公开的固体聚合物电解质可以是全固体聚合物电解质,并且其中不包括任何液体或凝胶组分。本公开的固体聚合物电解质在一些方面还可以是透明的。例如,本公开的固体聚合物电解质可以具有80%或更高的透明度。此外,固体聚合物电解质可以具有约10<sup>-6</sup>S/cm至约10<sup>-4</sup>S/cm的离子电导率。

[0063] 电致变色装置300可以另外包括电源(未示出),其被配置为提供底部电极层301和顶部电极层305之间的转换电压,以及第一高导电棒311/312之间的第一加热电压和/或第二高导电棒321/322之间的第二加热电压。

[0064] 在一些实施例中,两个第一高导电棒311/312可以彼此平行。对于包括两个第二高导电棒321/322的电致变色装置300,第二高导电棒321/322可以彼此平行。在其他一些示例中,两个第一高导电棒311/312可以彼此不平行,并且两个第二高导电棒321/322可以彼此不平行。本说明书在这方面不作限制。

[0065] 两个第一高导电棒311/312可以分别沿着底部电极层301的两个相对边缘设置,两个第二高导电棒321/322可以分别沿着顶部电极层305的两个相对边缘设置。图4A为底部电极层301与第一高导电棒311/312的剖面图。如图4A所示,两个第一高导电棒311/312可以相互平行,分别沿底部电极层301的左右边缘设置。

[0066] 图4B示出了图4A的结构的一个截面图。参照图4B,两个第一高导电棒311/312可以附接到底部电极层301的内表面。通过在第一高导电棒311/312之间施加第一加热电压,可以在第一高导电棒311/312之间的底部电极层301中产生电场。底部电极层301具有有限的导电性,因此基本上是电阻器。因此,当在第一高导电棒311/312之间存在电流时,底部电极层301可以产生热量。在这个过程中,底部电极层301可以作为电致变色装置的发热元件。根据具体的工作条件和要求,可以选择合适的第一加热电压,使得底部电极层301可以产生足够的热量,使电致变色装置保持在所需的工作温度。

[0067] 如果电致变色装置300包括两个第二高导电棒321/322,两个第二高导电棒321/322可以分别沿着顶部电极层305的两个相对边缘设置。第二高导电棒321/322可以以与设置在底部电极层301上的第一高导电棒311/312类似的方式设置在顶部电极层305上,因此,具体可参见前述描述中的相关部分,为简洁起见,在此不再赘述。

[0068] 应当理解,图4A和图4B仅示出了电极层上的高导电棒的一种可能的布置,并不旨在限制。高导电棒的数量、具体形状和相对位置不以本例为限。在一些示例中,可以沿着电极层的边缘提供多于两个(例如,四个、六个或八个)高导电棒,高导电棒可以根据具体需要设置在电极层的顶部、侧面或底部。

[0069] 在一些实施例中,电致变色装置300可以包括第一高导电棒311/312和第二高导电棒321/322两者。为了防止底部电极层301和顶部电极层305之间通过沿电极层边缘设置的高导电棒短路,第一高导电棒311/312和第二高导电棒321/322在与底部电极层301平行的平面上的投影可以彼此分离。

[0070] 图5A和5B是本说明书的两个示例性电致变色装置的俯视图。在一个例子中,如图5A所示,两个第一高导电棒511/512可以分别沿着底部电极层的两个相对边缘(即,图5A中的左边缘和右边缘)设置。两个第二高导电棒521/522可以分别沿着顶部电极层的两个相对边缘(即,图5A中的顶部和底部边缘)设置。为了避免底部电极层和顶部电极层之间的短路,第一高导电棒511/512和第二高导电棒521/522可以设置在俯视图中对应的电极层的不同边缘。即,第一高导电棒511/512和第二高导电棒521/522在与底部电极层平行的平面上的投影相互分离。更具体地,当从垂直于底部电极层的内表面的方向观察时,第一高导电棒511/512和第二高导电棒521/522彼此分离,如图5A所示。

[0071] 在另一个例子中,如图5B所示,两个第一高导电棒511/512可以分别设置在底部电极层的两个相邻边缘(即,图5B中的左边缘和上边缘)上,并形成“L”形图案。两个第二高导电棒521/522可以分别设置在顶部电极层的两个相邻边缘(即,图5B中的右边缘和底边缘)上,并形成“L”形图案。为避免上电极层和下电极层之间短路,两个第一高导电棒511/512和两个第二高导电棒521/522在与下电极层平行的平面上的投影相互分离。更具体地,当从垂直于底部电极层的顶面(即,内表面)的方向观察时,第一高导电棒511/512和第二高导电棒521/522可以彼此分开,如图5B所示。

[0072] 可以基于诸如电极层的尺寸、环境温度和导电棒之间的电阻之类的因素来确定加热电压。为便于说明,图6示出了具有长度 $l$ 、宽度 $w$ 和厚度 $t$ 的示例性电极层。假设沿着电极层的左右边缘分别设置两个第一高导电棒(图6中未示出),当在两个高导电棒之间施加加热电压时,电流 $I$ 可以从左流向右流动,如图6所示。电极层的电阻 $R$ 可由下式确定:

$$[0073] \quad R = \rho \frac{l}{tw} = \frac{\rho l}{t w} = R_s \frac{l}{w}$$

[0074] 这里 $w$ 是电阻率, $R_s$ 是薄层电阻。电极层产生的热功率 $P$ 可由下式确定:

$$[0075] \quad P = \frac{V^2}{R} = \frac{V^2 w}{R_s l}$$

[0076] 其中 $V$ 是加热电压。

[0077] 在一些实施例中,两个第一高导电棒之间的电阻可以在1-100 $\Omega$ 的范围内,两个第二高导电棒之间的电阻可以在1-100 $\Omega$ 的范围内,并且加热电压可以是在1-100V的范围内。显然,这些设置只是可以用于本说明书的电致变色装置的一种设置,并非旨在限制。这些值可以根据具体需要进行调整。

[0078] 在前述实施例中,顶部电极层和底部电极层中的都用于引起光学特性的变化并产

生热量。也就是说,一方面,可以在上下电极层之间施加转换电压以在其间产生电场以驱动电子/离子运动,从而导致电致变色装置的光学特性的改变。另一方面,顶部电极层和底部电极层中的每一个都可以用作发热元件。当沿电极层边缘设置的高导电棒上施加热电压时,可在电极层内产生电流,并且电极层可用作加热元件以加热电致变色装置。当环境温度低于最佳工作温度时,电极层产生的热量可以提高工作温度,从而提高电致变色装置的切换速度和性能。

[0079] 本说明书进一步提供了另一种电致变色装置。该电致变色装置与上述实施例中的电致变色装置具有相似的结构和组成,不同之处在于,该电致变色装置中不使用一种电极层,而是设置两种电极层,一种专用于引起光变化的目的,另一种专用于产生热的目的。

[0080] 更具体地,所述电致变色装置可以包括:分别附接到底部基板的外表面和内表面的底部加热电极层和底部光学电极层;分别附接到顶部基板的外表面和内表面的顶部加热电极层和顶部光学电极层;设置在底部光学电极层的内表面上的电致变色层;设置在顶部光学电极层的内表面上的电荷存储层;设置在电致变色层和电荷存储层之间并置于电致变色层和电荷存储层之间的电解质层。底部光学电极层、电致变色层、电解质层、电荷存储层和顶部光学电极层可以被置于底部基板和顶部基板之间。底部光学电极层和顶部光学电极层可以被配置为接受一个转变电压以引起电致变色装置的光学透射率的变化。

[0081] 电致变色装置还可包括位于底部加热电极层远离底部基板的表面上的两个第一高导电棒。两个第一高导电棒可以被配置为响应于施加在第一高导电棒上的第一加热电压,在底部加热电极层中产生电流以改变电致变色装置的温度。

[0082] 在一些实施例中,电致变色装置还可包括位于顶部加热电极层远离顶部基板的表面上的两个第二高导电棒。两个第二高导电棒可以被配置为响应于施加在第二高导电棒上的第二加热电压,在顶部加热电极层中产生电流以改变电致变色装置的温度。

[0083] 两个第一高导电棒可以分别沿着底部加热电极层的两个边缘设置在底部加热电极层远离底部基板的表面上。两个第二高导电棒可以分别沿着顶部加热电极层的两个边缘设置在顶部加热电极层远离顶部基板的表面上。

[0084] 电致变色装置各层的详细结构和组成可参见上述实施例中电致变色装置的描述中的相关部分,为简洁起见,在此不再赘述。

[0085] 图7示出与本公开的一个或多个示例性实施一致的电致变色装置的简化示意图。如图7所示,电致变色装置700可以包括底部光学电极层701;底部光学电极层701上的电致变色层702;电致变色层702上的电解质层703;电解质层703上的电荷存储层704;以及在电荷存储层704上的顶部光学电极层705。所述电致变色装置可以在顶部光学电极层705和底部光学电极层701之间施加转换电压以产生用于引起光学特性变化的电场。该电致变色装置的细节可以参考前述实施例中的相关部分,为简洁起见,在此不再赘述。

[0086] 在一些实施例中,电致变色装置700还可以包括一对透明基板(即,底部基板730和顶部基板740)。底部光学电极层701、电致变色层702、电解质层703、电荷存储层704和顶部光学电极层705可以被置于底部基板730和顶部基板740之间。底部基板730和顶部基板740可以是刚性基板或柔性基板,可以具有相同或不同的尺寸,并且可以包括相同或不同的材料等。适用于底部基板730和/或顶部基板740的材料可以包括但不限于玻璃、聚合材料、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、塑料材料和/或至少在电磁波谱的可见区域部分透明的其他材

料。在一些实施例中,底部基板730和顶部基板740可以包括玻璃。

[0087] 在一些实施例中,电致变色装置700还可包括一个或多个专用于发热目的的加热电极层。如图所示。参照图7,底部加热电极层706可以设置在底部基板730的与底部光学电极层701相对的一侧上。即,底部加热电极层706和底部光学电极层701可以分别设置在底部基板730的两个相对表面上。在底部加热电极层706远离底部基板730的表面上,可以分别沿着底部加热电极层706的两个相对边缘设置两个第一高导电棒711/712。可以在两个第一高导电棒711和712之间施加第一加热电压以在底部加热电极层706内产生电流,并且底部加热电极层706可以作为发热元件来加热电致变色装置700。底部加热电极706和底部光学电极层701的材料可以相同,也可以不同,本说明书对此不作限制。

[0088] 图7所示的电致变色装置700类似于图3中所示的电致变色装置300。这两种电致变色装置的不同之处在于,在电致变色装置700中,第一高导电棒711/712分别沿着专用电极层(即底部加热电极层706)的两个相对边缘设置以用于发热目的。而在电致变色装置300中,高导电棒分别沿着底部电极层的两个相对边缘设置,该电极层也连接到转换电压并用于引起光学特性的变化。

[0089] 应当理解,图7仅示出了一个加热电极层(即,底部加热电极层706),并且不旨在进行限制。在一些实施例中,电致变色装置还可包括在顶部基板740的外表面上的顶部加热电极层(图7中未示出)。即,顶部加热电极层和顶部光学电极层705可以分别设置在顶部基板740的两个相对表面上。两个第二高导电棒(图7中未示出)可以分别沿着顶部加热电极层的两个边缘设置,并且被配置为响应施加在第二高导电棒上的第二加热电压在顶部加热电极层加热电致变色装置700。两个第二高导电棒可以附接到远离顶部基板的顶部加热电极层的表面。

[0090] 在一些实施例中,电致变色装置可仅包括底部加热电极层(和相应的高导电棒),或仅包括顶部加热电极层(和相应的高导电棒),或两者均包括。本说明书在这方面不作限制。

[0091] 在本说明书中公开的电致变色装置中,可以沿着顶部电极层和/或底部电极层的两个边缘分别设置两个高导电棒。当在两个高导电棒上施加加热电压时,电极层可用作发热元件以加热电致变色装置。当环境温度低于最佳工作温度时,电极层产生的热量可以提高工作温度,从而提高电致变色装置的切换速度和性能。

[0092] 基于上述电致变色装置,本说明书还提供了一种电致变色装置的制造方法。图8是说明根据本说明书的一个实施例的制造电致变色装置的方法的流程图。下面将参考图8详细描述该方法。

[0093] 参照图8,制造方法可包括以下步骤S810至S840。

[0094] 在步骤S810中,形成一个底部基板和一个附着于底部基板的底部电极层。

[0095] 在步骤S820中,在底部电极层的一个远离底部基板的表面上,形成两个高导电棒,所述高导电棒用于在第一加热电压下,在底部电极层中产生电流。更具体地,两个第一高导电棒可以分别沿着底部电极层的两个边缘形成。

[0096] 在步骤S830中,形成一个顶部基板和一个附着于顶部基板的顶部电极层。顶部基板可以附接到顶部电极层。

[0097] 在步骤S840中,在所述底部电极层和所述顶部电极层之间形成一个电致变色层,

一个电解质层,和一个电荷储存层。

[0098] 更具体地,步骤S840可以包括以下子步骤:在底部电极层的内表面形成电致变色层;在顶部电极层的内表面形成电荷储存层;在电致变色层与电荷储存层之间形成一电解质层。底部电极层、电致变色层、电解质层、电荷存储层和顶部电极层可以被置于顶部基板和底部基板之间。

[0099] 可以在底部电极层和顶部电极层之间施加转换电压,使电致变色装置的光学透射率可以响应于转换电压而改变。

[0100] 在一些实施例中,上述方法还可以包括在顶部电极层上形成两个第二高导电棒的步骤。即,上述方法还可以包括:在顶部电极层远离顶部基板的表面上形成两个第二高导电棒。第二高导电棒可以被配置为响应于施加在第二高导电棒上的第二加热电压而在顶部电极层中产生电流以加热电致变色装置。更具体地,两个第二高导电棒可以分别沿着顶部电极层的两个边缘形成。

[0101] 在一些实施例中,第一高导电棒和第二高导电棒可以各自由导电膏、导电带或嵌入的金属线制成。

[0102] 在一些实施例中,第一高导电棒可以分别沿着底部电极层的边缘形成,并且第二高导电棒可以分别沿着顶部电极层的边缘形成。

[0103] 在一些实施例中,第一高导电棒和第二高导电棒在与底部电极层平行的平面上的投影可以彼此分开。

[0104] 在一些实施例中,在底部电极层远离底部基板的表面上形成两个第一高导电棒可以包括:形成彼此平行且分别沿着底部电极层的两个相对边缘的两个第一高导电棒。所述在顶部电极层远离顶基板的表面形成两条第二高导电棒可以包括:沿着顶部电极层的相对的两个边缘分别形成相互平行的两条第二高导电棒。

[0105] 在另一个实施例中,在底部电极层远离底部基板的表面上形成两个第一高导电棒可以包括:分别沿着底部电极层的两个相邻边缘形成两个第一高导电棒。所述在顶部电极层远离顶基板的表面形成两条第二高导电棒可以包括:分别沿着顶部电极层的两个相邻边缘形成两个第二高导电棒。

[0106] 在一些实施例中,顶部电极层和底部电极层可以各自具有正方形形状。顶部电极层和底部电极层可以具有相同的尺寸或不同的尺寸。本说明书在这方面不作限制。

[0107] 在一些实施例中,两个第一高导电棒之间的电阻可以在1-100 $\Omega$ 的范围内,两个第二高导电棒之间的电阻可以在1-100 $\Omega$ 的范围内,并且第一加热电压和第二加热电压均可以在1-100V的范围内。

[0108] 在一些实施例中,底部电极层可以包括底部加热电极层和底部光学电极层。形成彼此附着的底部基板和底部电极层可以包括:形成分别附着到底部基板的两个相对表面的底部加热电极层和底部光学电极层。在一个示例中,底部加热电极层可以附接到底部基板的外表面,并且底部光学电极层可以附接到底部基板的内表面。所述在底部电极层远离底部基板的表面形成两个第一高导电棒可以包括:在底部加热电极层远离底部基板的表面上,分别沿着底部加热电极层的两个边缘形成两个第一高导电棒。

[0109] 顶部电极层可以包括顶部光学电极层和顶部加热电极层。形成彼此贴附的顶部基板和顶部电极层可以包括:形成顶部加热电极层和顶部光学电极层,分别附接到顶部基板

的两个相对表面。在一个示例中,顶部加热电极层可以附接到顶部基板的外表面,并且顶部光学电极层可以附接到顶部基板的内表面。所述在顶部电极层远离顶基板的表面形成两条第二高导电棒可以包括:在顶部加热电极层远离顶部基板的表面上,分别沿着顶部加热电极层的两个边缘形成两个第二高导电棒。转换电压可以施加在底部光学电极层和顶部电极层之间。

[0110] 在一些实施例中,电解质层可以是包括一种或多种极性结晶聚合物和一种或多种极性无定形聚合物的固体聚合物电解质层。极性结晶聚合物的总量可以占固体聚合物电解质层总重量的0%至60%的范围内。极性无定形聚合物的总量可以占固体聚合物电解质层总重量的0%至70%。

[0111] 电致变色装置的细节可以参考前述实施例中的相关部分,为简洁起见,在此不再赘述。

[0112] 应当理解,在以上描述中呈现这些步骤的顺序只是各种可能的实现方式中的一种,并不旨在进行限制。这些步骤中的一些或全部可以同时执行,并且一个或多个步骤可以以早于或晚于上述描述中指定的顺序的顺序执行。本说明书在这方面不作限制。

[0113] 在本说明书公开的制造方法中,可以沿着顶部电极层和/或底部电极层的两个边缘形成两个高导电棒。当在高导电棒上施加加热电压时,电极层可用作发热元件以加热电致变色装置。当环境温度低于最佳工作温度时,电极层产生的热量可以提高工作温度,从而提高电致变色装置的切换速度和性能。

[0114] 图9是说明根据本说明书的一个或多个实施例的电致变色装置的装置温度随时间变化的图表。如图9所示,将电致变色装置放置在-10°C的环境温度下。电极层的电阻R约为8  $\Omega$ 。当在电极层上的高导电棒上施加15V的加热电压时,电极层上的电流测量值为1.88A。如图9所示,装置温度在几分钟内升至零度以上,说明电致变色装置能有效提高工作温度。

[0115] 虽然在此描述了所公开原理的示例和特征,但在不脱离所公开实施例的精神和范围的情况下,修改、改编和其他实施方式是可能的。此外,“包含(comprising)”、“具有(having)”、“包含(containing)”和“包括(including)”等词和其他类似形式在含义上是等效的,并且是开放式的。在这些词中的任何一个之后的一个或多个项目并不意味着是这些项目或项目的详尽列表,或者意味着仅限于列出的一个或多个项目。还必须注意,如本文和所附权利要求中所使用的,另外,单数形式“一(a)”、“一(an)”和“该”包括复数指示物,除非上下文另有明确规定。

[0116] 本文所示的实施例充分详细地描述了以使本领域技术人员能够实践所公开的教导,使其可以使用其他实施例并从中导出其他实施例,从而可以在不脱离本公开的范围的情况下进行结构和逻辑替换和改变。因此,详细描述不应被理解为限制性的,并且各种实施例的范围由所附权利要求以及这些权利要求所赋予的等效物的全部范围限定。

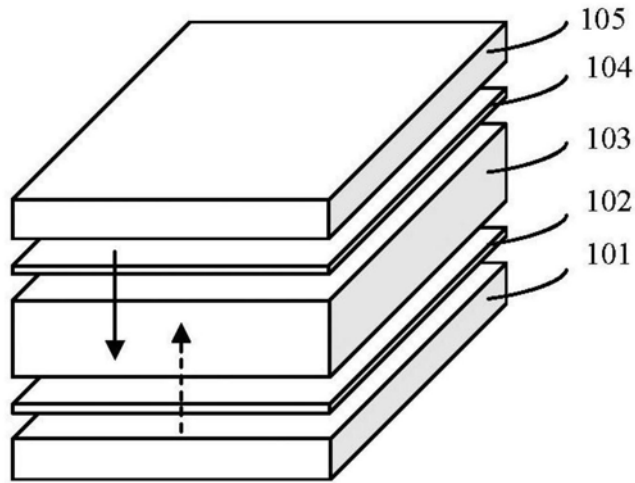


图1

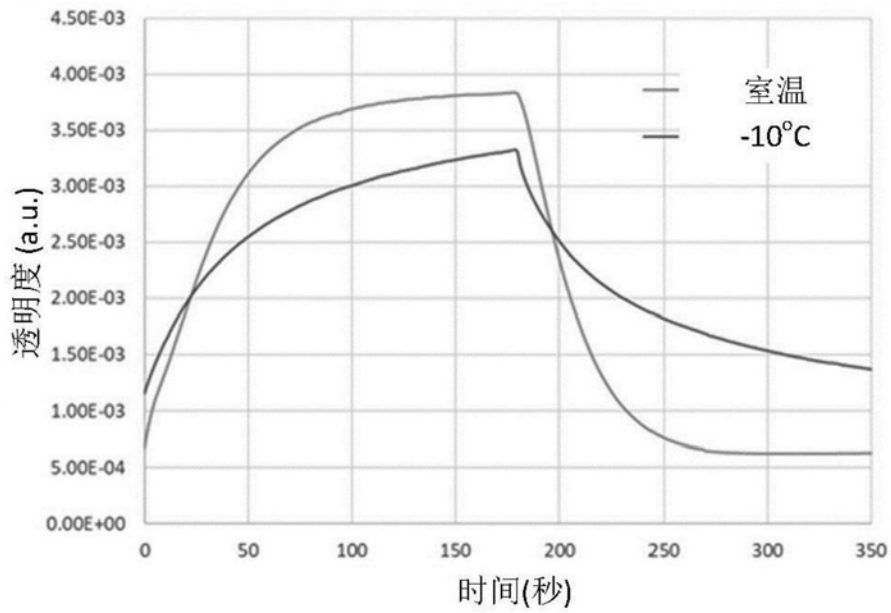


图2

300

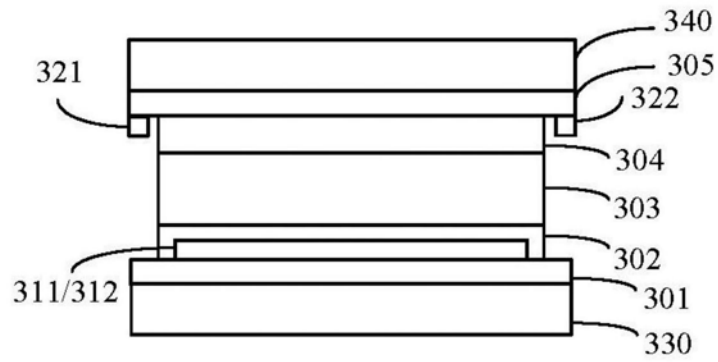


图3

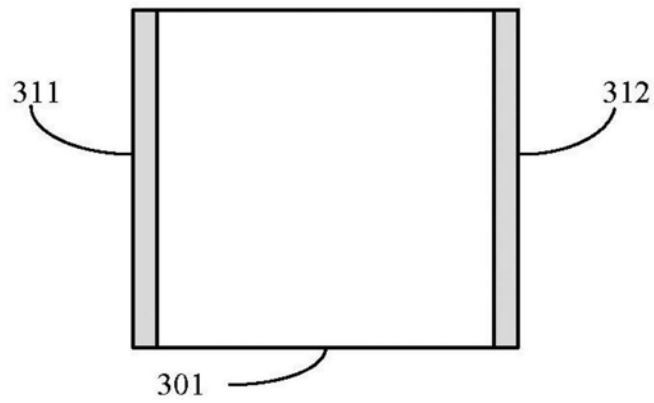


图4A

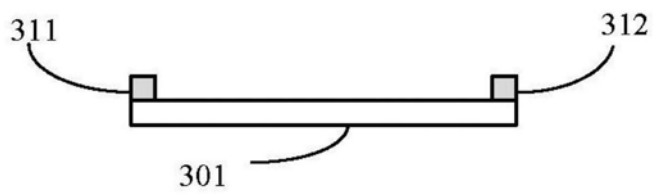


图4B

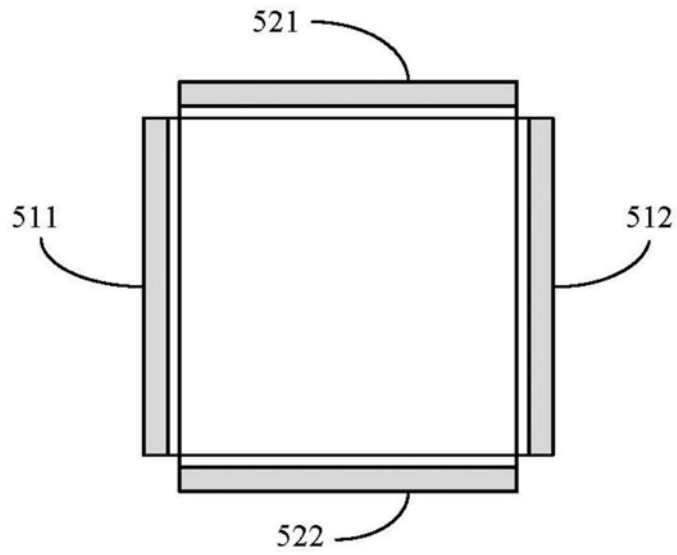


图5A

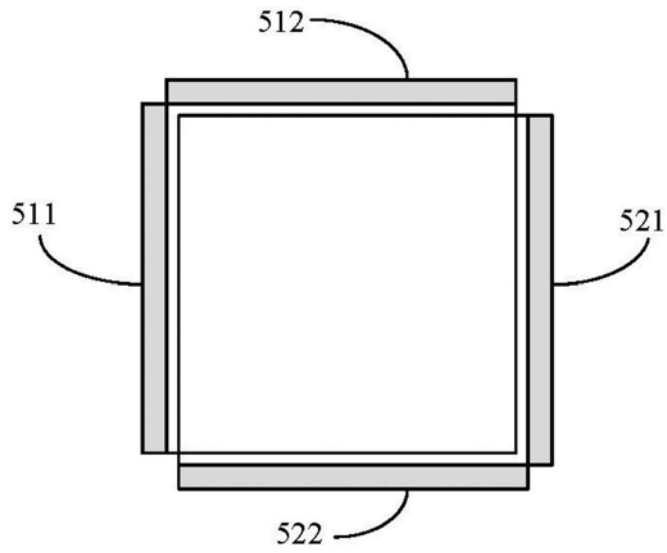


图5B

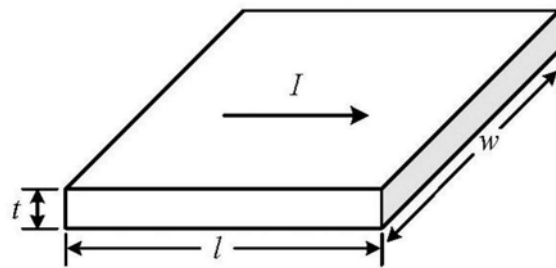


图6

700

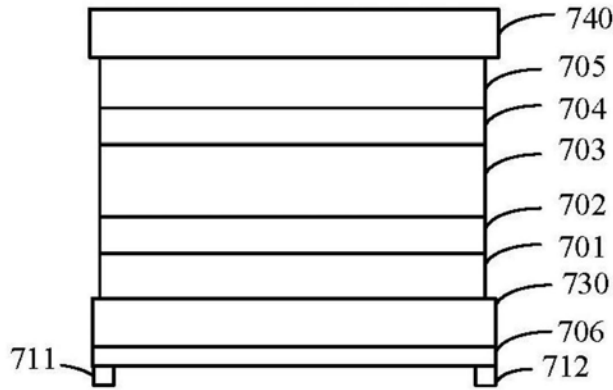


图7

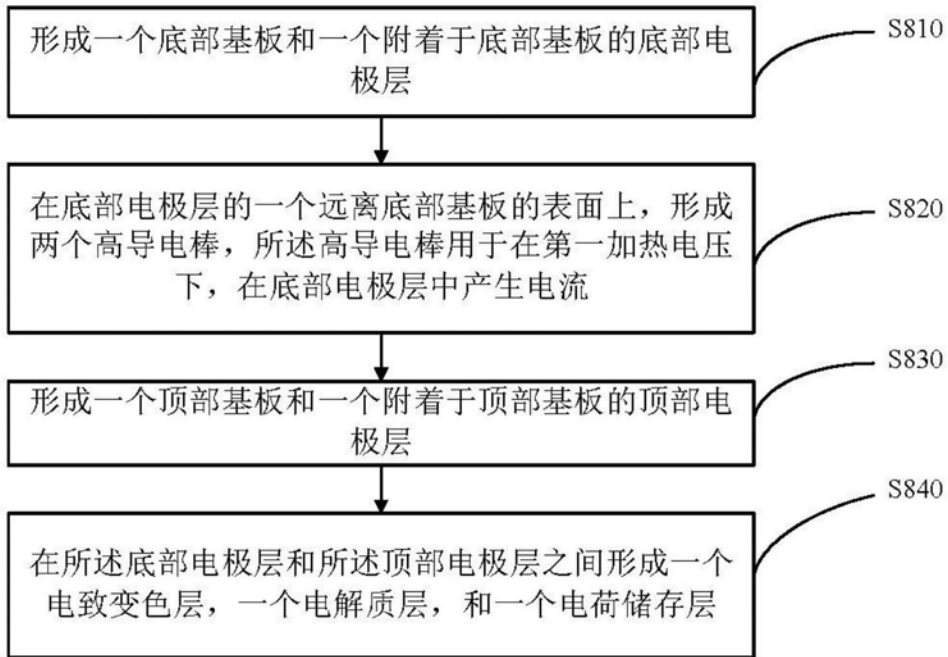


图8

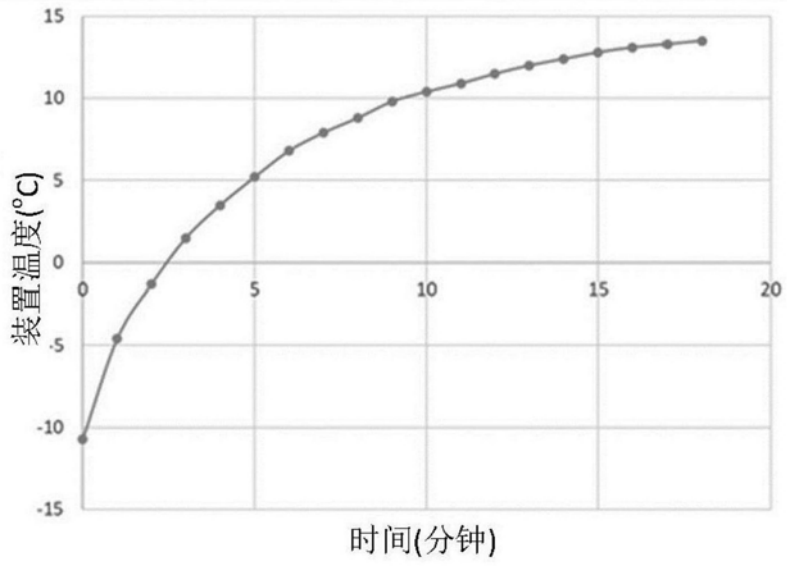


图9