



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103155174 B

(45)授权公告日 2017.06.23

(21)申请号 201180048318.1

(22)申请日 2011.08.08

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103155174 A

(43)申请公布日 2013.06.12

(30)优先权数据  
61/371,688 2010.08.07 US  
61/446,926 2011.02.25 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2013.04.03

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2011/046969 2011.08.08

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02012/021460 EN 2012.02.16

(73)专利权人 宸鸿科技控股有限公司  
地址 开曼群岛大开曼岛KY1-1104阿格兰屋  
309信箱

(72)发明人 迈克尔·尤金·杨  
阿琼·丹尼尔·瑞尼瓦斯  
马修·R·鲁滨逊  
亚历山大·周·米塔尔

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006  
代理人 王玉双

(51)Int.Cl.  
H01L 31/048(2014.01)  
H01L 31/054(2014.01)

(56)对比文件  
CN 101088140 A,2007.12.12,  
WO 2009/072478 A1,2009.06.11,  
US 2009/0229652 A1,2009.09.17,  
US 2010/0078070 A1,2010.04.01,  
审查员 罗晓雅

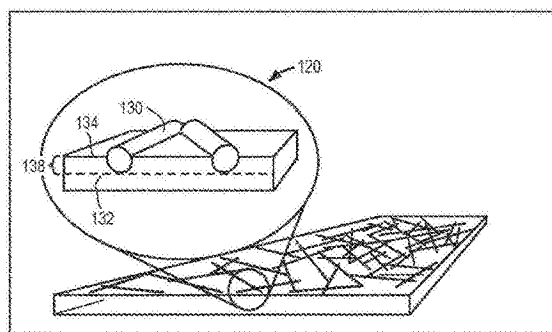
权利要求书4页 说明书44页 附图27页

(54)发明名称

具有表面嵌入的添加剂的装置组件和相关的制造方法

(57)摘要

将活性或功能性添加剂嵌入到用作包括太阳能装置、智能窗、显示器等的各种电子或光电装置的组件的主体材料的表面中。所得的表面嵌入的装置组件提供了改善的性能,以及源自它们的组成和制造工艺的成本利益。



1. 一种太阳能装置,包括:

前覆盖层;

后覆盖层;

光敏层,所述光敏层被设置在所述前覆盖层与所述后覆盖层之间;以及

封装层,所述封装层被设置在所述前覆盖层与所述后覆盖层之间,并且与所述光敏层相邻,其中,所述封装层包括至少部分地嵌入到所述封装层中并且位于所述封装层的嵌入区内的添加剂,其中,所述嵌入区的厚度不大于所述封装层的整体厚度的50%,所述嵌入区的厚度不大于2倍的所述添加剂的特征尺寸,所述特征尺寸是指所述添加剂的单个的截面直径或穿过所述添加剂的平均截面直径,所述添加剂是导电和半导体中的至少一种,并且所述添加剂包括亚纳米尺寸的添加剂、纳米尺寸的添加剂以及微米尺寸的添加剂中的至少一种。

2. 如权利要求1所述的太阳能装置,其中,所述封装层具有嵌入表面,并且所述添加剂位于与所述嵌入表面相邻的所述嵌入区内。

3. 如权利要求2所述的太阳能装置,其中,所述嵌入表面面对所述光敏层。

4. 如权利要求1所述的太阳能装置,其中,所述嵌入区的厚度不大于所述封装层的整体厚度的40%。

5. 如权利要求4所述的太阳能装置,其中,所述嵌入区的厚度不大于所述封装层的整体厚度的20%。

6. 如权利要求1所述的太阳能装置,还包括一组母线,所述母线由所述封装层至少部分地覆盖,并且延伸到所述封装层中。

7. 如权利要求1所述的太阳能装置,其中,在所述封装层中的所述添加剂的装填量是在电渗透阈值之上。

8. 如权利要求1所述的太阳能装置,其中,所述封装层具有不大于 $100 \Omega / \text{sq}$ 的薄层电阻。

9. 如权利要求8所述的太阳能装置,其中,所述薄层电阻不大于 $15 \Omega / \text{sq}$ 。

10. 如权利要求1所述的太阳能装置,其中,所述封装层被设置在所述前覆盖层与所述光敏层之间,并且所述封装层具有至少85%的太阳流量权重透光率。

11. 如权利要求1所述的太阳能装置,其中,所述添加剂与所述光敏层电接触,并且起到所述太阳能装置的电极的作用。

12. 一种太阳能装置,包括:

一组前器件层;

一组后器件层;以及

光敏层,所述光敏层被设置在所述前器件层组与所述后器件层组之间,

其中,所述前器件层组和所述后器件层组中的至少一个包括:

主体材料,所述主体材料具有嵌入表面;以及

添加剂,所述添加剂被至少部分地嵌入到所述主体材料中,并且位于与所述嵌入表面相邻的嵌入区内,其中,所述嵌入区的厚度不大于所述主体材料的整体厚度的50%,所述嵌入区的厚度不大于2倍的所述添加剂的特征尺寸,所述特征尺寸是指所述添加剂的单个的截面直径或穿过所述添加剂的平均截面直径。

13. 如权利要求12所述的太阳能装置,其中,至少一种所述添加剂被嵌入到所述主体材料中至不大于100%的所述特征尺寸的程度。

14. 如权利要求12所述的太阳能装置,其中,至少一种所述添加剂被嵌入到所述主体材料中至大于100%的特征尺寸的程度,但是位于与所述嵌入表面相邻。

15. 如权利要求12所述的太阳能装置,其中,所述添加剂包括纳米管、纳米线以及纳米颗粒中的至少一种。

16. 如权利要求12所述的太阳能装置,其中,所述添加剂包括磷光体。

17. 如权利要求16所述的太阳能装置,其中,所述磷光体被配置成执行入射光的光谱偏移,以匹配所述光敏层的吸收。

18. 如权利要求16所述的太阳能装置,其中,所述磷光体被配置成吸收在紫外线范围的光,并且发射在可见光范围和红外线范围中的至少一种中的光。

19. 如权利要求16所述的太阳能装置,其中,所述磷光体被配置成吸收在红外线范围的光,并且发射在可见光范围的光。

20. 如权利要求16所述的太阳能装置,其中,所述磷光体被配置成吸收在紫外线范围和可见光范围中的至少一种中的光,并且发射在可见光范围和红外线范围中的至少一种中的光。

21. 如权利要求12所述的太阳能装置,其中,所述前器件层组和所述后器件层组中的至少一个与前覆盖层和后覆盖层中的一个相对应。

22. 如权利要求12所述的太阳能装置,其中,所述前器件层组和所述后器件层组中的至少一个与封装层相对应。

23. 一种太阳能装置,包括:

光伏电池;以及

发光太阳能会聚器,所述发光太阳能会聚器与所述光伏电池光学地连接,其中,所述发光太阳能会聚器包括:

前覆盖层;

后覆盖层;以及

夹层,所述夹层被设置在所述前覆盖层与所述后覆盖层之间,其中,所述夹层包括至少部分地嵌入到所述夹层中,并且位于所述夹层的嵌入区内的磷光体,使得所述夹层的其余部分基本没有所述磷光体,并且,所述嵌入区的厚度不大于所述夹层的整体厚度的50%,所述嵌入区的厚度不大于2倍的所述磷光体的特征尺寸,所述特征尺寸是指所述磷光体的单个的截面直径或穿过所述磷光体的平均截面直径,所述磷光体被配置成吸收入射太阳能辐射,并且发射导向所述光伏电池的辐射。

24. 如权利要求23所述的太阳能装置,其中,所述前覆盖层被配置成面对所述入射太阳能辐射,并且所述磷光体位于与所述前覆盖层相邻的嵌入区内。

25. 如权利要求24所述的太阳能装置,其中,所述磷光体被完全地嵌入到所述夹层中,但是位于与所述前覆盖层相邻。

26. 如权利要求23所述的太阳能装置,其中,所述夹层还包括包含有聚合物和陶瓷中的至少一种的主体材料,并且所述磷光体被至少部分地嵌入在所述主体材料中。

27. 如权利要求23所述的太阳能装置,其中,所述磷光体被配置成执行所述入射太阳能

辐射的光谱偏移。

28. 如权利要求23所述的太阳能装置,其中,所述嵌入区域的厚度不大于所述夹层的整体厚度的40%。

29. 如权利要求28所述的太阳能装置,其中,所述嵌入区域的厚度不大于所述夹层的整体厚度的30%。

30. 一种具有表面嵌入的添加剂的装置,包括:

第一覆盖层;

第二覆盖层;以及

夹层,所述夹层被设置在所述第一覆盖层与所述第二覆盖层之间,其中,所述夹层包括:

主体材料;以及

添加剂,所述添加剂被至少部分地嵌入到所述主体材料中并且位于所述主体材料的嵌入区内,其中,所述嵌入区的厚度不大于所述主体材料的整体厚度的50%,所述嵌入区的厚度不大于2倍的所述添加剂的特征尺寸,所述特征尺寸是指所述添加剂的单个的截面直径或穿过所述添加剂的平均截面直径;

其中,所述主体材料具有与所述第一覆盖层相邻的第一表面以及与所述第二覆盖层相邻的一个相对的第二表面,并且所述添加剂位于与所述主体材料的所述第一表面相邻的所述嵌入区内,

所述添加剂和所述嵌入区分别与第一添加剂和所述主体材料的第一嵌入区相对应,并且所述夹层还包括第二添加剂,所述第二添加剂被至少部分地嵌入到所述主体材料中,并且位于所述主体材料的第二嵌入区内。

31. 如权利要求30所述的装置,其中,所述第一嵌入区与所述第二嵌入区间隔开。

32. 如权利要求30所述的装置,其中,所述第二嵌入区与所述主体材料的所述第二表面相邻。

33. 一种具有表面嵌入的添加剂的装置,包括:

第一覆盖层;

第二覆盖层;以及

夹层,所述夹层被设置在所述第一覆盖层与所述第二覆盖层之间,其中,所述夹层包括:

主体材料;以及

添加剂,所述添加剂被至少部分地嵌入到所述主体材料中并且位于所述主体材料的嵌入区内,其中,所述嵌入区的厚度不大于所述主体材料的整体厚度的50%,所述嵌入区的厚度不大于2倍的所述添加剂的特征尺寸,所述特征尺寸是指所述添加剂的单个的截面直径或穿过所述添加剂的平均截面直径,其中,所述添加剂是图案化的和未图案化的中的至少一种,并且所述装置是接触传感器。

34. 一种具有表面嵌入的添加剂的装置组件,包括:

封装材料,包括:

主体材料;以及

添加剂,所述添加剂被至少部分地嵌入到所述主体材料内并且位于所述主体材料的嵌

入区内,其中,所述嵌入区的厚度不大于所述主体材料的整体厚度的50%,所述嵌入区的厚度不大于2倍的所述添加剂的特征尺寸,所述特征尺寸是指所述添加剂的单个的截面直径或穿过所述添加剂的平均截面直径。

35. 如权利要求34所述的装置组件,其中,所述添加剂是金属性纳米线。

36. 如权利要求35所述的装置组件,其中,所述嵌入区的厚度不大于所述主体材料的整体厚度的20%。

37. 如权利要求35所述的装置组件,其中,在所述主体材料中的所述金属性纳米线的装填量是在电渗透阈值之上。

38. 如权利要求35所述的装置组件,其中,所述装置组件具有不大于 $100\ \Omega/\text{sq}$ 的薄层电阻。

39. 如权利要求35所述的装置组件,其中,所述金属性纳米线包括银纳米线,所述银纳米线具有1nm至100nm范围的平均直径以及500nm至501 $\mu\text{m}$ 范围的平均长度。

40. 如权利要求35所述的装置组件,其中,至少一种所述金属性纳米线从所述主体材料伸出1nm至50nm的范围。

## 具有表面嵌入的添加剂的装置组件和相关的制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2010年8月7日提交的申请号为61/371,688的美国临时专利申请,和2011年2月25日提交的申请号为61/446,926的美国临时专利申请的优先权,其全部内容通过引用合并于此。

### 技术领域

[0003] 本发明总体而言涉及一种具有嵌入添加剂的结构。更具体而言,本发明涉及具有表面嵌入的添加剂的装置组件,以赋予诸如导电率、导热率、光谱偏移、吸收增强以及色变的功能性。

### 背景技术

[0004] 通过结合入活性或功能性微粒的功能化结构是对很多领域而言感兴趣的区域。一种现有的技术包括本体结合(bulk incorporation),导致微粒在整个基材块中分散。本体结合遭受各种缺陷,包括在基材内微粒的非均匀混合和凝聚,以及对基材的加工性能的不利影响。本体结合如果目的是在暴露出在表面的微粒则也是无效的,这是由于大量微粒仍在基材的内部分散。另一种现有技术包括涂覆工艺。涂覆工艺也遭受各种缺陷,包括在涂覆材料内的微粒的非均匀混合和凝聚、不好的粘附、分层以及高粗糙度。

[0005] 对于这种背景需要开发本文描述的表面嵌入的装置组件和相关制造方法。

### 发明内容

[0006] 本发明的实施例涉及一种活性或功能性添加剂,该添加剂被嵌入在用作各种电子装置或光电装置(包括:太阳能装置、智能窗、显示器、接触传感器面板、触摸显示器等)中的组件的主体材料的嵌入表面中。

[0007] 表面嵌入的装置组件的实施例提供了改善的性能,以及产生于它们的组成和制造工艺的成本利益。装置组件可以通过以下工艺来制造:例如将添加剂物理嵌入到主体材料中的表面嵌入工艺,同时保持主体材料(或基质材料)的期望特性,并且将额外的期望特性赋予所得的表面嵌入的装置组件,诸如电导率和频谱偏移。

[0008] 还可以考虑本发明的其他方面和实施例。以上概述和以下详细描述并非意味着将本发明限定到任何特定的实施例,而仅意味着描述本发明的一些实施例。

### 附图说明

[0009] 为了更好地理解本发明的一些实施例的性质和目的,应当结合附图来参考以下详细的描述。

[0010] 图1A说明遍及器件层的主体地混合了添加剂的装置组件。

[0011] 图1B说明添加剂在位于另一个器件层的顶部上的一个器件层中混合的装置组件。

[0012] 图1C说明添加剂被表面地或表面沉积在器件层的顶部上的装置组件。

- [0013] 图1D至图1I说明根据本发明的实施例实施的各种表面嵌入的装置组件。
- [0014] 图2A至图2H说明根据本发明的实施例实施的另外的表面嵌入的装置组件。
- [0015] 图3说明根据本发明的一个实施例,在海平面的AM1.5-G的太阳光谱作为波长的函数。
- [0016] 图4是根据本发明的一个实施例,电阻与添加剂的装填水平(load level,装填量水平)的对数坐标图。
- [0017] 图5A至图5C说明根据本发明的实施例,形成表面嵌入的装置组件的制造方法。
- [0018] 图6至图8说明根据本发明的各种实施例的太阳能装置。
- [0019] 图9说明根据本发明的一个实施例的智能窗。
- [0020] 图10说明根据本发明的一个实施例的显示装置。
- [0021] 图11说明根据本发明的一个实施例,与主体材料的嵌入表面相关的添加剂浓度的各种配置。
- [0022] 图12是根据本发明的一个实施例,表示不同类型的接触传感器和显示器的多个电子装置构造的示意图。

## 具体实施方式

### [0023] 定义

[0024] 将以下定义应用到根据本发明的一些实施例所描述的一些方面。也可以对这些定义同样地进行扩展。

[0025] 如本文所利用的,单数形式“一”(a)、“一个”(an)以及“该”(the)包括复数指代,除非上下文清楚地另外指明。因而,例如,一个对象可以包括多个对象,除非上下文清楚地另外指明。

[0026] 如本文所利用的,术语“组”涉及一个或多个对象的集合。然而,例如,一组对象可以包括单个对象或多个对象。一组对象也可以涉及组中的成员。一组对象可以相同或不同。在一些实例中,一组对象可以共享一个或多个共同的特性。

[0027] 如本文所利用的,术语“相邻”涉及接近或毗连。相邻的对象可以彼此分开,或可以实际上或直接彼此接触。在一些情况下,相邻的对象可以彼此连接或可以彼此形成一体。

[0028] 如本文所利用的,术语“与...连接”、“被连接”以及“连接”涉及可操作的耦接或连接。被连接的对象可以与另一个直接耦接,或者可以与另一个诸如通过另一组对象间接耦接。

[0029] 如本文所利用的,术语“基本上”和“基本的”涉及相当大的程度或范围。当结合一个事件或一种环境利用时,该术语可以涉及该事件或环境精确地发生的情况,以及该事件或环境非常近似地发生的情况,诸如本文描述的制造方法的典型的容限水平。

[0030] 如本文所利用的,术语“可选择的”和“可选择地”意味着随后的描述的事件或环境可以发生或可以不发生,并且意味着该描述包括事件和环境发生的情况和不发生的情况。

[0031] 如本文所利用的,关系术语:诸如“内部”、“里面”、“外部”、“外面”、“顶部”、“底部”、“前部”、“后部”、“背面”、“上部”、“向上地”、“下部”、“向下地”、“垂直的”、“垂直地”、“侧面的”、“侧面地”、“以上”以及“以下”涉及诸如根据附图,一组对象相对另一组对象的方向,但是在制造或利用期间不需要这些对象的具体方向。

[0032] 如本文所利用的,术语“亚纳米范围”或“亚nm范围”涉及小于大约1纳米(“nm”)的尺寸的范围,诸如从大约0.1nm至大约1nm。

[0033] 如本文所利用的,术语“纳米范围”或“nm范围”涉及从大约1nm至大约1微米(“ $\mu\text{m}$ ”)的尺寸范围。nm范围包括“下nm范围”、“中nm范围”和“上nm范围”,所述下nm范围涉及从大约1nm至大约10nm的尺寸范围,所述中nm范围涉及从大约10nm至大约100nm的尺寸范围,所述上nm范围涉及从大约100nm至大约1 $\mu\text{m}$ 的尺寸范围。

[0034] 如本文所利用的,术语“微米范围”或“ $\mu\text{m}$ 范围”涉及从大约1 $\mu\text{m}$ 至大约1毫米(“mm”)的尺寸范围。 $\mu\text{m}$ 范围包括“下 $\mu\text{m}$ 范围”、“中 $\mu\text{m}$ 范围”以及“上 $\mu\text{m}$ 范围”,所述下 $\mu\text{m}$ 范围涉及从大约1 $\mu\text{m}$ 至大约10 $\mu\text{m}$ 的尺寸范围,所述中 $\mu\text{m}$ 范围涉及从大约10 $\mu\text{m}$ 至大约100 $\mu\text{m}$ 的尺寸范围,所述上 $\mu\text{m}$ 范围涉及从大约100 $\mu\text{m}$ 至大约1mm的尺寸范围。

[0035] 如本文所利用的,术语“纵横比”涉及对象的最大尺寸或程度与对象的其余尺寸或程度的平均值的比,其中,其余的尺寸相对于彼此以及相对于最大尺寸正交。在一些情况下,对象的其余尺寸可以大体相同,并且其余尺寸的平均值可以大体与其余尺寸中的任何一个相对应。例如,圆柱体的纵横比涉及圆柱体的长度与圆柱体的截面直径的比。作为另一个实例,球体的纵横比涉及球体的长轴与球体的短轴的比。

[0036] 如本文所利用的,术语“亚纳米尺寸的添加剂”涉及具有至少一个在亚nm范围中的尺寸的添加剂。亚纳米尺寸的添加剂可以具有多种形状中的任意一种,并且可以由多种材料形成。

[0037] 如本文所利用的,术语“纳米尺寸的添加剂”涉及具有至少一种在nm范围中的尺寸的添加剂。纳米尺寸的添加剂可以具有多种形状中的任意一种,并且可以由多种材料形成。纳米尺寸的添加剂的实例包括:纳米线、纳米管、纳米板以及纳米颗粒。

[0038] 如本文所利用的,术语“纳米线”涉及一种大体固体的、细长的、纳米尺寸的添加剂。典型地,纳米线具有在nm范围的横向尺寸(例如,以宽度、直径、或者表示穿过正交方向的平均值的宽度或直径形式的截面尺寸),在 $\mu\text{m}$ 范围的纵向尺寸(例如,长度),以及大于3或更大的纵横比。

[0039] 如本文所利用的,术语“纳米板”涉及大体固体的、类似平面形状的纳米尺寸的添加剂。

[0040] 如本文所利用的,术语“纳米管”涉及一种细长的、中空的、纳米尺寸的添加剂。典型地,纳米管在nm范围内具有横向尺寸(例如,以宽度、外径、或者表示正交方向的平均值的宽度或外径形式的截面尺寸)、在 $\mu\text{m}$ 范围内的纵向尺寸(例如,长度)、以及大约3或更大的纵横比。

[0041] 如本文所利用的,术语“纳米颗粒”涉及球状的、纳米尺寸的添加剂。典型地,纳米颗粒的每个尺寸(例如,以宽度、直径、或者表示正交方向的平均值的宽度或直径形式的截面尺寸)在nm范围内,并且纳米颗粒具有小于大约3(诸如,大约1)的纵横比。

[0042] 如本文所利用的,术语“微米尺寸的添加剂”涉及具有至少一种在 $\mu\text{m}$ 范围内尺寸的添加剂。典型地,微米尺寸的添加剂的每个尺寸在 $\mu\text{m}$ 范围内或超过 $\mu\text{m}$ 范围。微米尺寸的添加剂可以具有多种形状中的任意一种,并且可以由多种材料形成。微米尺寸的添加剂的实例包括:微米线、微米管以及微米颗粒。

[0043] 如本文所利用的,术语“微米线”涉及一种大体固体的、细长的、微米尺寸的添加



剂。典型地,微米线具有在 $\mu\text{m}$ 范围的横向尺寸(例如,以宽度、直径、或者表示穿过正交方向的平均值的宽度或直径形式的截面尺寸)、以及大约3或更大的纵横比。

[0044] 如本文所利用的,术语“微管”涉及着一种细长的、中空的、微米尺寸的添加剂。典型地,微管具有在 $\mu\text{m}$ 范围的横向方向(例如,以宽度、外径、或表示穿过正交方向的平均值的宽度或外径形式的截面尺寸)、以及大约3或更大的纵横比。

[0045] 如本文所利用的,术语“微粒”涉及球状的、微米尺寸的添加剂。典型地,微粒的每个尺寸(以宽度、直径、或者表示穿过正交方向的平均值的宽度或直径形式的截面尺寸)在 $\mu\text{m}$ 范围内,并且微粒具有小于大约3(诸如大约1)的纵横比。

[0046] 如本文所利用的,术语“紫外线范围”涉及从大约5nm至大约400nm的波长范围。

[0047] 如本文所利用的,术语“可见光范围”涉及从大约400nm至大约700nm的波长范围。

[0048] 如本文所利用的,术语“红外线范围”涉及从大约700nm至大约2mm的波长范围。

[0049] 如本文所利用的,术语“封装材料(encapsulant)”涉及用于封装或封闭电子装置以阻挡环境和/或作为光学粘合材料的灌封剂或灌封材料、前薄片、夹层、光学透明胶(或OCA)、和/或后薄片材料。在一些实例中,封装材料可以用作封装物质和前薄片。在一些实例中,封装材料可以包括以下材料中的一种或更多种:乙烯醋酸乙烯酯(或EVA)、聚乙烯醇缩丁醛(或PVB)、离聚物、热塑性聚氨酯(或TPU)、热塑性聚烯烃(或TPO)、热塑性弹性体(或TPE)、硅胶、硅氧烷、任何其他的聚合物、类金刚石的碳薄膜、溶胶-凝胶、硅酸钠、以及以下可利用的封装材料:Teonex(R)PEN、Teflon(R)、Melinex(R)ST、Elvax(R)PV EVA、DuPont PV5200封装材料、DuPont PV5300封装材料、Dow Corning PV-6100封装材料、1-2577低VOC涂层、1-2620低VOC涂层、PV-6150单元封装材料、PV灌封剂、PV封装剂、Dow Enlight聚烯烃封装材料膜、STR EVA **photocap**®A9918P/UF、STR photocap25539P热塑封装材料、STR Laminates、Solutia Vistasolar EVA、Etimex Solar GmbH封装材料、Saflex PVB、Salfex PG41薄型封装材料、Cytec封装材料、DuPont PV5400离聚物封装材料薄片、Ellsworth环氧封装材料、V-gool EVA封装材料、Bixby BixCure EVA、Saint-Gobain LightSwitch Frontsheet Complete、Saint-Gobain LightSwitch封装材料、3M8171、3M8172或者标准封装材料、前薄片或后薄片材料的任意组合或变型。

[0050] 具有表面嵌入的添加剂的装置组件

[0051] 本文描述的表面嵌入的装置组件与通过活性或功能性的添加剂的合并而获得期望特性的其他可能的方法不同。三种其他的方法在图1A至图1C中说明,并且与参照图1D至图1I以及图2A至图2H说明和描述的改进的表面嵌入的装置组件进行对照。

[0052] 图1A说明添加剂102遍布在器件层104主体上进行混合的装置组件100。图1B说明添加剂108遍布在一个器件层110上进行混合,该器件层(与添加剂108一起)被涂覆或另外设置在另一种器件层112的顶部上的装置组件106。图1C说明添加剂116表面地或表面沉积在器件层118的顶部上的装置组件114。诸如图1C中所描述的配置可以具有表面沉积的添加剂116与器件层118的差粘性。

[0053] 相反,图1D至图1I说明根据本发明的实施例实施的各种表面嵌入的装置组件120、122、124、126、128以及170。图1D是表面嵌入的添加剂130被部分地暴露出并且部分地掩埋在主体材料132的顶部的嵌入表面134的示意图,所述主体材料132与电子装置或光电装置的器件层或其他组件相对应。嵌入表面134也可以是主体材料132的底表面。如图1D所说明

的,添加剂130也位于与嵌入表面134相邻,并且在主体材料132的嵌入区138内,主体材料132的剩余部分很大程度上没有添加剂130。在所说明的实施例中,嵌入区138较薄(例如,具有小于或远小于主体材料132的总厚度的厚度,或者具有与添加剂130的特征尺寸可比的厚度),并且因此,可以被称作为“平面”或“类似平面”。经由主体材料132的合理性选择,诸如某些聚合物或包含聚合物的复合材料,装置组件120可以是透明的和柔性的,以及轻质的。然而,可以实施其他的实施例,其中装置组件120不需要为透明的或柔性的装置中。装置组件120(以及本文描述的其他表面嵌入结构)可以比现有的结构更平滑。因为粗糙会导致渗透到相邻的器件层,与相邻的器件层的差粘性、分层以及其他不期望的效果,所以高平滑度(例如,低粗糙度)可以是所期望的。

[0054] 图1E是表面嵌入的添加剂136完全地嵌入到与电子装置或光电装置的器件层或其他组件相对应的主体材料142的顶部的嵌入表面140中的示意图。嵌入表面140也可以是主体材料142的底表面。如图1E所示,添加剂136位于与嵌入表面140相邻,并且在主体材料142的嵌入区144中,主体材料的剩余部分很大程度上没有添加剂。在所示的实施例中,嵌入区144较薄(例如,具有小于或远远小于主体材料142的总厚度的厚度、或者具有与添加剂136的特征尺寸可比的厚度),并且因此可以被称作为“平面”或“类似平面”。以这种方式,尽管通过被完全地嵌入在嵌入表面140的下面某一较均匀的距离,添加剂136也可以保留成大体平面配置。经由主体材料142的合理性选择,诸如某些聚合物或包含聚合物的复合材料,装置组件122可以是透明的并且柔性的,以及轻质的。然而,其他的实施例可以实施为其中装置组件122无需为透明的或柔性的装置。图1I是类似于图1E的示意图,但是具有完全地嵌入并且接近(或仅在下面)主体材料174的顶部的嵌入表面176的添加剂172。

[0055] 图1F是表面嵌入的添加剂146完全地嵌入在与电子装置或光电装置的器件层或其他组件相对应的主体材料150的顶部的嵌入表面148中的示意图。嵌入表面148也可以是主体材料150的底表面。如图1F中所示,添加剂146位于与嵌入表面148相邻,并且在主体材料150的嵌入区152内,主体材料的剩余部分很大程度上不存在添加剂。在所示的实施例中,嵌入区152的厚度比添加剂146的特征尺寸(例如,添加剂146的单个的截面直径或穿过添加剂146的平均截面直径)大,但是仍小于(或远远小于)主体材料150的总厚度小。添加剂146可以在嵌入区152内被分配或布置为多个层,特定层的添加剂146保留大体平面配置,尽管被完全地嵌入在嵌入表面148的下面。应当注意的是,尽管在图1F中未示出,但是另一种实施与图1F类似,但是具有被部分地暴露在主体材料150的嵌入表面148上的添加剂146。

[0056] 图1G是表面嵌入的添加剂154被部分地暴露出,并且部分地掩埋在主体材料158的顶部的嵌入表面156中的示意图,所述主体材料158与被涂覆或者否则设置在另一个器件层160的顶部上的一个器件层相对应。主体材料158可以被实施为设置在用作衬底的器件层160的顶部的涂层或其他的二次材料(诸如泥浆或浆糊)。如图1G中所示,添加剂154位于与嵌入表面156相邻,并且在主体材料158的嵌入区162内,主体材料的剩余部分很大程度上没有添加剂154。也设想添加剂154可以分配在较大的容积比的主体材料158内,诸如在具有与添加剂154的特征尺寸可比的厚度的较薄的涂层的情况下。在所示的实施例中,嵌入区162较薄,并且因而被称作为“平面”或“类似平面(或类平面)”。应当注意的是,尽管在图1G中未示出,另一个实施例与图1G相似,但是具有完全地嵌入在主体材料158的嵌入表面156之下的添加剂154。

[0057] 图1H是表面嵌入的添加剂164交叉地位于主体材料166内以便形成有序的图案的示意图。添加剂164可以被部分地嵌入到主体材料166的顶部的嵌入表面168中,并且位于主体材料166的嵌入区中(例如,与图1D和图1G相似),被完全地掩埋在嵌入表面168之下(例如,与图1E、图1I以及图1F相似),或者它们的组合,但是添加剂164不均匀地交叉地位于主体材料166中,而是被图案化。应当注意的是,尽管在图1H中示出网格图案,但是一般地图案可以包括:非周期的(或无周期的、随机的)图案和周期性图案,诸如菱形图案、正方形图案、矩形图案、三角形图案、各种多角图案、波纹图案、有角图案、互连图案(例如,在电子装置或光电装置中的形成电路)或其组合。图1H说明,尽管图案的形成发生,但是图案的“线”部分的放大视图揭示了各个“线”部分的配置包括与以下图1D至图1G,图1I以及图2中所说明的配置中的任何一个或组合相似的表面嵌入的添加剂。为了提供诸如导电率、导热率以及吸收增强的期望特性,添加剂164(以及以下图1D至图1G、图1I以及图2中所示的添加剂)可以包括金属纳米线,诸如银(或Ag)纳米线、铜(或Cu)纳米线、或者它们的组合,具有短于图案的特征长度(例如,单个“线”部分的长度)的平均纵向尺寸,长于图案的特征宽度(例如,单个“线”部分的宽度)的纵向尺寸,或者具有二者。添加剂的其他类型以及添加剂的其他组合也可以用来替换金属纳米线、或者与金属纳米线组合,诸如包括银纳米颗粒的纳米颗粒或其他金属纳米颗粒。在一些实施例中,添加剂164可以被烧结,或者被另外熔合以形成可以在诸如太阳能装置、接触传感器以及智能窗的装置中用作互连或互连网格的实线。这个实施例相对现有的方法提供了很多优点,包括增强的持久性并且允许易于分层并且可以抑制导电性或增加电阻的涂层或其他粘合材料的省略。

[0058] 在图2A至图2H中示出表面嵌入的装置组件的其他配置。图2A至图2H中所示的表面嵌入的装置组件的某些方面可以采用与以上在图1D至图1I中所示和描述的相似的方式来实施,并且以下不重复那些方面。

[0059] 图2A是包括以不同类型的纳米线、不同类型的纳米管或者它们的组合的形式的至少两种不同类型的添加剂200和202的表面嵌入的添加剂的示意图。一般地,添加剂200和202可以根据例如它们的尺寸、形状、材料组成或它们的组合而不同。如图2A中所示,添加剂200和202采用特定的排列(诸如,分层排列)而位于嵌入区204内。每一层可以主要包括各个不同类型的添加剂,尽管不同的类型的添加剂也可以穿过层之间。添加剂200和202的这种分层排列也可以根据不同的嵌入区来描述,不同类型的添加剂位于各个嵌入区内。尽管添加剂200和202被示为完全地嵌入,但是也设想至少一些添加剂200和202可以被部分地嵌入并且表面暴露出。图2B是与图2A相似的示意图,但是具有以不同类型的纳米颗粒形式的至少两种不同类型的添加剂206和208。也设想可以包括纳米颗粒与纳米线和纳米管的任意一个或两个组合。还设想根据添加剂的特定类型,本文描述的其他实施例可以用不同的类型的添加剂来实施。尽管添加剂206和208被示为完全地嵌入,但是可以设想至少一些添加剂206和208可以被部分地嵌入并且表面暴露出。

[0060] 图2C是表面嵌入的添加剂210被部分地嵌入在与一个器件层相对应的主体材料212中,其中被实施为涂层的另一个器件层214填充在添加剂210的周围,如图2C中所示,或者完全地覆盖添加剂210,或者使添加剂210部分地暴露出。器件层214可以具有与主体材料212(或本文描述的其他主体材料)相同的或相似的组成,或者可以具有不同的组成以提供另外的或修改的功能性,诸如当利用导电材料或半导体(例如,铟锡氧化物(“ITO”)、ZnO

(i), ZnO:Al、ZnO:B、SnO<sub>2</sub>:F、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>、CdS、ZnS、其他的掺杂的金属氧化物、导电或半导体聚合物、基于富勒烯的涂层、诸如基于碳纳米管的涂层、或另一种透明的导电材料)实施,以用作缓冲层来在太阳能装置的环境下调整功函数,或者提供用于电流流动的导电路径,替换通过表面嵌入的添加剂210提供的导电路径,或者与所述导电路径组合。在ITO的情况下,例如,表面嵌入的添加剂210的存在可以通过允许减少所使用的ITO的量来提供成本节省,并且因此,提供了器件层214的减小的厚度(相对于不存在添加剂210),诸如小于大约100nm、不大于大约75nm、不大于大约50nm、不大于大约40nm、不大于大约30nm、不大于大约20nm、或者不大于大约10nm、以及下降到大约5nm或更小的厚度。另外,表面嵌入的添加剂210的存在可以允许用低温固化的ITO的溶液沉积(代替溅射)。这导致较低导电性的ITO层仍可以满足功函数匹配,同时添加剂210可以减轻由不用高温固化的溶液沉积的ITO呈现出的减小的导电性。设想添加剂210可以采用图案(例如,网格图案或诸如以上关于图1H所提到的任何其他图案)来布置,并且器件层214可以用大体匹配的图案(例如,匹配的网格图案或诸如以上关于图1H所提到的任意的其他的匹配图案)来形成,以便完全地覆盖添加剂210,或者使添加剂210部分地暴露出。可替代地、或者相结合,添加剂210的网络可以通过被沉积或以其他方式施加的规则的电导网格来实施。

[0061] 如图2C中所示的表面嵌入的装置组件也可以用作例如接触传感器面板、接触传感器或触摸显示器,其中,添加剂210可以形成投影电容式接触传感器、电容式接触传感器、阻变接触传感器或者它们的组合。在某些实施例中,主体材料212是例如光学透明胶(或OCA)。在某些实施例中,添加剂210可以用作被图案化的透明导电电极、未被图案化的透明导电电极、或者它们的组合。这种实施有利于,尤其是,减小在接触传感器中包括的层的数目。

[0062] 图2D是与图1D相似的示意图,但是纳米颗粒216与纳米线218(或其他高的纵横比的添加剂)结合地表面嵌入,并且位于“平面”或“类似平面”的嵌入区222。尽管未示出,纳米颗粒216和纳米线218中的任意一个或两个都可以全部在顶部的嵌入表面220之下(例如,与图1E、图1F或图1I中所示的配置相似)。

[0063] 图2E是与图1D相似的示意图,但是具有以不同类型的纳米线、不同类型的纳米管、或者纳米线和纳米管的组合的形式的至少两种不同类型的添加剂224和226。尽管未示出,但是不同类型的添加剂224和226中的任意一个或两个可以全部在顶部的嵌入表面228之下(例如,与在图1E、图1F或图1I中所示的配置相似)。

[0064] 图2F是主体材料230的示意图,其中主体材料230用添加剂嵌入在主体材料230的任意一侧上。具体地,添加剂232被至少部分地嵌入在主体材料230的顶部的嵌入表面236中,并且位于与顶部的嵌入表面236相邻,以及在主体材料230的嵌入区240内,同时添加剂234被至少部分地嵌入在主体材料230的底部的嵌入表面238中,并且位于与底部的嵌入表面238相邻,以及在主体材料230的嵌入区242中。设想针对主体材料230的任意特定侧,在主体材料230中的添加剂的嵌入程度,或者不同类型的添加剂的包含可以采用与以上或以下随后描述的相似的方式来实施。尽管添加剂232和234被示为部分地嵌入在主体材料230中,但是设想至少一些添加剂232和234可以被完全地嵌入在主体材料230中。还设想添加剂可以被嵌入在主体材料230的另外表面中,诸如主体材料230的边缘或侧表面中的任意一个或更多个。

[0065] 图2F中所示的表面嵌入的装置组件可以用作例如太阳能装置的封装层

(encapsulant layer),其中,添加剂232面对入射阳光,并执行光谱偏移以匹配太阳能装置的光敏层的带隙能量,并且添加剂234用作电极或集流器,并包括以纳米颗粒、微米颗粒、纳米线、微米线、纳米管、微米管的形式,或者这些形式的其他形式或这些形式的组合的导电材料,诸如碳、金属、金属氧化物、碳黑、石墨烯、或者它们的组合。如图2F中所示的表面嵌入的装置组件也可以用作例如期望将添加剂232和234彼此分开的封装层或者其他器件层,诸如在不相容的磷光体的情况下。

[0066] 如图2F中所示的表面嵌入的装置组件也可以用作例如接触传感器面板、接触传感器、或触摸显示器,其中添加剂232和234可以相互作用以形成投影电容式接触传感器、电容式接触传感器、阻变接触传感器、或者它们的组合。在某些实施例中,主体材料230是例如光学透明胶(或OCA)。在某些实施例中,添加剂232和234可以用作被图案化的透明导电电极、或未被图案化的透明导电电极、或者它们的组合。这种实施有助于,尤其是减小在接触传感器中包括的层数。

[0067] 图2G是与图2C相似的示意图,但是表面嵌入的添加剂244被部分嵌入在主体材料246中,所述主体材料246与实施为设置在另一个装置层248的顶部的涂层的器件层相对应,并且其中,实施为涂层的另一个器件层250填充包围添加剂244的至少一个层,并且与添加剂244电连接,如图2G中所示,或者将器件层部分地暴露出,或者完全地覆盖添加剂244。通过完全地覆盖添加剂244,器件层250的所得表面非常平滑(例如,具有可以与不存在添加剂244的器件层250的固有平滑性或粗糙性大体相比的平滑性或粗糙性)。器件层250可以具有与主体材料246(或本文描述的其他主体材料)相同或相似的组成,或者可以具有不同的组成以提供额外的或修改的功能性,诸如当利用导电材料或半导体(例如,ITO、ZnO(i)、ZnO:Al、ZnO:B、SnO<sub>2</sub>:F、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>、CdS、ZnS、另一个掺杂的金属氧化物、导电或半导体聚合物、基于富勒烯的涂层、诸如基于碳纳米管的涂层、或其他的透明的导电材料)实施,以用作缓冲层来在太阳能装置的环境下调整功函数,或者提供用于电流流动的导电路径,替换通过表面嵌入的添加剂244提供的导电路径,或者与通过表面嵌入的添加剂244提供的导电路径组合。在ITO的情况下,例如,表面嵌入的添加剂244的存在可以通过允许利用减少量的ITO来节省成本,并且因此,提供器件层250的减小厚度(相对不存在添加剂244),诸如小于大约100nm、不大于大约75nm、不大于大约50nm、不大于大约40nm、不大于大约30nm、不大于大约20nm、不大于大约10nm、以及下降到大约5nm或更小的厚度。另外,表面嵌入的添加剂244的存在可以允许用低温固化的ITO的溶液沉积(代替溅射)。所得到的较低导电性的ITO层仍可以满足功函数匹配,同时添加剂244可以减轻不用高温固化通过溶液沉积的ITO呈现出的减少的导电性。设想添加剂244可以被布置成图案(例如,网格图案或诸如以上图1H所提到的任意其他的图案),并且器件层250可以用大体匹配的图案(例如,匹配的网格图案、或诸如以上图1H所提到的任意的其他匹配的图案)来形成,以便完全地覆盖添加剂244,或者使添加剂244部分地暴露出。可替代地、或者相结合,添加剂244的网络可以通过沉积或以其他方式施加的规则的电导网格来增补。

[0068] 图2H是与图2F相似的示意图,具有添加剂260和272,添加剂260被至少部分地嵌入在主体材料262的顶部的嵌入表面264中,并且位于与顶部的嵌入表面264相邻,以及在主体材料262的嵌入区266中,添加剂272被至少部分地嵌入在主体材料262的底部的嵌入表面268中,并且位于与底部的嵌入表面268相邻,以及在主体材料262的嵌入区270中。尽管添加

剂260和272被示为完全地嵌入在主体材料262中,但是可以设想至少一些添加剂260和272可以被部分地嵌入并且表面暴露出。在所示的实施例中,主体材料262也用设置在添加剂260与272之间并且位于主体材料262的内部的嵌入区276内的添加剂274来嵌入。图2H中所示的表面嵌入的装置组件可以用作例如智能窗,其中,添加剂260和272用作电极对,并且添加剂274提供颜色或阴影改变功能。

[0069] 本文描述的某些表面嵌入的装置组件的一个方面是在主体材料中提供了垂直添加剂浓度梯度,即沿着主体材料的厚度方向的梯度。本体结合(例如,如图1A中所示)目的在于提供在整个主体材料中的均匀垂直添加剂浓度梯度,尽管实际上凝聚和其他的效应可以防止这种均匀的梯度实现。对于传统的涂覆实施(例如,如图1B中所示),垂直添加剂浓度梯度可以存在于涂层和下层的衬底之间;然而,并且与本体结合相似,传统的涂覆实施的目的在于在整个涂层中提供均匀的垂直添加剂浓度梯度。相反,根据添加剂在主体材料的嵌入区内的位置,本文描述的表面嵌入的装置组件允许可变的、可控制的垂直添加剂浓度梯度。针对某些实施,在嵌入区内的添加剂的位置范围使得至少大部分(按重量、体积或数量密度计)添加剂包括在嵌入区内,诸如包括至少大约60%(按重量、体积或数量密度计)的添加剂、包括至少大约70%(按重量、体积或数量密度计)的添加剂、包括至少大约80%(按重量、体积或数量密度计)的添加剂、包括至少大约90%(按重量、体积或数量密度计)的添加剂、包括至少大约95%(按重量、体积或数量密度计)的添加剂。例如,基本上全部的添加剂可以位于嵌入区内,使得主体材料的剩余部分基本没有添加剂。对于某些应用和某些装置组件,也可以设想本体结合或传统的涂覆实施可以用于代替在嵌入区内的添加剂的位置,或者与在嵌入区内的添加剂的位置组合。

[0070] 一般地,添加剂可以包括导电材料、半导体、磷光体、多变色材料、另一种类型的材料、或者它们的组合,它们可以采用纳米尺寸的添加剂、微米尺寸的添加剂、以及以亚-nm范围尺寸的添加剂。添加剂也可以采用胶体和原子物质或分子物质的形式,诸如溶解的原子物质或分子物质。例如,至少一种添加剂可以具有在大约0.1nm至大约1mm的范围的截面尺寸(或者添加剂群体可以具有平均截面尺寸)。在一些实施例中,截面尺寸(或平均截面尺寸)在大约1nm至100nm、大约1nm至20nm、大约20nm至大约100nm、大约1nm至50微米、大约100nm至大约1微米、大约1nm至大约100微米、或者大约500nm至大约50微米的范围中。在一些实施例中,基本上全部的添加剂具有在大约0.1nm至大约1mm或者大约0.1nm至大约100微米的范围中的截面尺寸。

[0071] 在期望赋予导电性的情况下,添加剂可以包括导电材料、半导体或者它们的组合。导电材料的实例包括:金属(例如,银、铜以及金)、金属合金、银纳米线、铜纳米线、金纳米线、基于碳的导体(例如,碳纳米管、石墨烯、以及巴基球(buckyball))、可选掺杂的金属氧化物和硫族化物(例如,ITO、ZnO(i)、ZnO:Al、ZnO:B、SnO<sub>2</sub>:F、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>、CdS、ZnS、以及其他的掺杂的金属氧化物)、导电聚合物、以及它们的任意组合。半导体材料的实例包括:半导体聚合物、IVB族元素(例如,碳(或C)、硅(或Si)、以及锗(或Ge))、族IVB-IVB二元合金(例如,碳化硅(或SiC)和硅锗(或SiGe))、族IIB-VIB二元合金(例如,硒化镉(或CdSe)、硫化镉(或CdS)、碲化镉(或CdTe)、氧化锌(或ZnO)、硒化锌(或ZnSe)、碲化锌(或ZnTe)以及硫化锌(或ZnS))、IIB-VIB族三元合金(例如,镉碲化物(或CdZnTe)、汞碲化物(或HgCdTe)、汞碲化物(或HgZnTe)、以及汞碲化物(或HgZnSe))、IIIB-VB族二元合金(例如,铋化铝(或

AlSb)、砷化铝(或AlAs)、氮化铝(或AlN)、磷化铝(或AlP)、氮化硼(或BN)、磷化硼(或BP)、砷化硼(或BAs)、铟化镓(或GaSb)、砷化镓(或GaAs)、氮化镓(或GaN)、磷化镓(或GaP)、铟化铟(或InSb)、砷化铟(或InAs)、氮化铟(或InN)、以及磷化铟(或InP))、IIIB-VB族三元合金(例如,铝镓砷化物(或AlGaAs或 $Al_xGa_{1-x}As$ )、铟镓砷化物(或InGaAs或 $In_xGa_{1-x}As$ )、铟镓磷化物(或InGaP)、铝铟砷化物(或AlInAs)、铝铟铟化物(或AlInSb)、镓砷氮化物(或GaAsN)、镓砷磷化物(或GaAsP)、铝镓氮化物(或AlGaN)、铝镓磷化物(或AlGaP)、铟镓氮化物(或InGaN)、铟砷铟化物(或InAsSb)、以及铟镓铟化物(或InGaSb))、IIIB-VB族四元合金(例如,铝镓铟磷化物(或AlGaInP)、铝镓砷磷化物(或AlGaAsP)、铟镓砷磷化物(或InGaAsP)、铝铟砷磷化物(或AlInAsP)、铝镓砷氮化物(或AlGaAsN)、铟镓砷氮化物(或InGaAsN)、铟铝砷氮化物(或InAlAsN)、以及镓砷铟氮化物(或GaAsSbN))、以及IIIB-VB族五元合金(例如,镓铟氮砷铟化物( $GaInNAsSb$ )和镓铟砷铟磷化物(或 $GaInAsSbP$ ))、IB-VIIB族二元合金(例如,氯化亚铜(或CuCl))、IVB-VIB族二元合金(例如,硒化铅(或PbSe)、硫化铅(或PbS)、碲化铅(或PbTe)、硫化锡(或SnS)、以及碲化锡(或SnTe))、IVB-VIB族三元合金(例如,铅锡碲化物(或PbSnTe)、铟锡碲化物(或 $Tl_2SnTe_5$ )以及铟锗碲化物(或 $Tl_2GeTe_5$ ))、VB-VIB族二元合金(例如,铋碲化物(或 $Bi_2Te_3$ ))、IIB-VB族二元合金(例如,(或磷化镉 $Cd_3P_2$ )、或砷化镉 $Cd_3As_2$ )、铟化镉(或 $Cd_3Sb_2$ )、磷化锌(或 $Zn_3P_2$ )、砷化锌(或 $Zn_3As_2$ )、以及铟化锌(或 $Zn_3Sb_2$ ))、以及IB族(或族11)元素、IIB族(或族12)元素、IIIB族(或族13)元素、IVB族(或族14元素)、VB族(或族15)元素、VIB族(或族16)元素、以及VIIB族(或族17)元素的其他二元、三元、四元或更高元的合金,诸如铜铟镓硒化物(或CIGS)、以及它们的任意组合。

[0072] 添加剂可以包括:例如纳米颗粒、纳米线、纳米管(例如,多壁的纳米管(“MWNT”)、单壁的纳米管(“SWNT”)、双壁的纳米管(“DWNT”)、石墨化或改进的纳米管)、富勒烯、巴基球、石墨烯、微米颗粒、微米线、微米管、芯-壳纳米颗粒或微米颗粒、芯-多壳纳米颗粒或微米颗粒、芯-壳纳米线、以及具有大体管状、立方体、球形或锥体的形状,并且如非晶的、结晶的、四角形的、六角形的、三角形的、正交晶的、单斜晶的或三斜晶的所表征的其他添加剂、或者它们的任意组合。

[0073] 芯-壳纳米颗粒和芯-壳纳米线的实例包括如下:具有铁磁芯(例如,铁、钴、镍、锰、以及用这些元素中的一个或更多个形成的它们的氧化物和合金)的那些、具有由金属、金属合金、金属氧化物、碳或它们的任意组合(例如,银、铜、金、铂、ZnO、ZnO(i)、ZnO:A1、ZnO:B、SnO<sub>2</sub>:F、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>、CdS、ZnS、TiO<sub>2</sub>、ITO、石墨烯、以及如本文所列的适用添加剂的其他材料)形成的壳的那些。芯-壳纳米线的一个具体实例是具有银芯和包围银芯的Au壳(或铂壳或其他类型的壳)的芯-壳纳米线,以减小或防止银芯的氧化。芯-壳纳米线的另一个实例是具有银芯(或由另一种金属或其他导电材料形成的芯),具有由以下材料中的一种或更多种形成的壳或其他涂层的芯-壳纳米线:(a)导电聚合物,诸如聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)(或PEDOT)以及聚苯胺(或PANI);(b)导电氧化物、硫族化物、以及陶瓷(例如,通过溶胶-凝胶、化学气相沉积、物理气相沉积、等离子体增强化学气相沉积或化学浴沉积而被沉积),诸如ITO、ZnO:A1、ZnO:In、SnO:F、SnO:Sb以及CdSn;(c)以超薄层形式的绝缘层,诸如聚合物、SiO<sub>2</sub>、BaTiO以及TiO<sub>2</sub>;以及(d)薄层金属,诸如Au、Cu、Ni、Cr、Mo以及W。这种被涂覆的或芯-壳形式的纳米线可以期望赋予导电性,同时避免或减小与主体材料的不利的相互作用,例如,在存在诸如Ag的金属的情况下,乙烯醋酸乙烯酯或另一种聚合物的潜在变黄或其他变色。

[0074] 在期望赋予光谱偏移功能的情况下,添加剂可以包括磷光体或另一种发光材料,其可以响应于能量激发而发射光。当前的太阳能装置会在将入射阳光有效地转换成有用电能的性能上受到技术限制。一种显著的损耗机制典型地来自入射太阳光谱和光敏层的吸收光谱之间的不匹配。具体地,具有比光敏层的带隙能量大的能量的光子会导致具有过量能量的光发电荷载体(或载流子)的产生。这种过量能量典型地不转换成电能,而是典型地损耗为热。另外,这种热会升高太阳能装置的温度,并且减小太阳能装置的效率。结合这些热化损耗,具有小于光敏层的带隙能量的能量的光子典型地不被吸收,且因而典型地不贡献于转换成电能。结果,在带隙能量周围的入射太阳光谱的小范围可以被有效地转换成有用的电能。光谱偏移添加剂的表面嵌入允许入射太阳光谱的改变来处理光谱不匹配,并且改善太阳能功率转换效率。磷光体可以被设计成波导、重定向、散射、反射、以及离子体激元信道辐射中的至少一种。

[0075] 磷光体的发光可以基于从原子或分子的电子激发状态的弛豫而发生,并且可以包括例如化学发光、电致发光、光致发光、热致发光、摩擦发光、以及它们的组合。例如,在包括荧光或磷光的光致发光的情况下,发光可以基于光激发,诸如阳光的吸收。磷光体包括:下偏移材料,即以相对于能量激发的较低能量(较高波长)来发射光;以及上偏移材料,即以相对于能量激发的较高能量(或较短波长)来发射光。期望的下偏移磷光体包括吸收在某一范围的能量之上的光子,并且发射具有比大约 $E_g$ 稍微大的能量的光子的磷光体,其中 $E_g$ 表示光敏层的带隙能量。期望的上偏移磷光体包括吸收在某一范围能量之上的光子,并且发射具有比大约 $E_g$ 稍微大的能量的光子的磷光体,其中, $E_g$ 再次表示光敏层的带隙能量。对于某些应用,多个光子产生可以收益更高的太阳能功率转换效率,并且一般地,可以包括 $n_i$ 个光子到 $n_j$ 个光子的转换,其中, $n_i$ 和 $n_j$ 是整数,并且 $n_j > n_i$ 。例如,量子切割材料可以通过吸收一个较短波长的光子并且发射两个或更多个较长波长的光子来呈现出下偏移,同时下转换材料可以通过吸收一个较短波长的光子并且发射一个较长波长的光子来呈现出向下偏移。作为另一个实例,上转换材料可以通过吸收两个光子并且以较高的能量发射一个光子的过程来呈现出向上偏移。

[0076] 合适的磷光体包括以较高量子效率呈现出光致发光的那些磷光体,量子效率涉及输出光子的数目与输入光子的数目之比。磷光体的量子效率(或量子产率)可以具有相对于其“内部”量子效率的特征,“内部”量子效率涉及通过磷光体发射的光子的数目与通过磷光体吸收的光子的数目之比。期望的磷光体可以具有高内部量子效率而呈现出光致发光,该高内部量子效率为至少大约10%、至少大约20%、至少大约30%、至少大约40%、至少大约50%、至少大约60%、至少大约70%、至少大约80%、以及达到大约90%、达到大约95%或更大。量子效率也可以涉及光敏材料的特征,即通过光敏材料产生的电子载体的数目与入射到光敏材料的光子或通过光敏材料吸收的光子的数目之比。期望的磷光体包括吸收其中光敏材料具有低量子效率(例如,小于大约50%)的一个范围的波长,并且发射其中光敏材料具有高量子效率(例如,至少大约50%,诸如至少大约80%)的另一个范围的波长。在硅的情况下,例如,期望的磷光体包括具有从大约300nm至大约450nm的宽带吸收,并且具有从大约600nm至大约800nm的发射的那些磷光体。

[0077] 磷光体可以被包括为纳米颗粒(例如,量子点和纳米晶体)、溶解的分子物质、纳米尺寸或微米尺寸粒子(例如,结晶颗粒或非晶颗粒)的悬浮液、或者它们的组合。磷光体可以



被提供为金属有机化合物(例如,有机镧系元素化合物)、有机金属化合物(例如,磷光有机金属铱合成物(或络合物)诸如 $\text{Ir}(\text{bpy})_3$ ,其中,bpy代表联吡啶,以及相似结构的Os和Pt合成物)、半导体纳米结晶或量子点、有机分子(例如,有机染料)、以及无机晶体或其他材料(例如,掺杂稀土的陶瓷)。

[0078] 图3说明在海平面的AM1.5-G的太阳光谱作为波长的函数。在涂黑的曲线之下的区域表示通过1.12eV带隙硅光敏层捕获的,直到双带隙能量(在该点上入射光可以在太阳能装置中过量地产生热化的载流子)的光谱范围装置。在图的下面中,箭头表示一个上偏移磷光体(基于 $\text{Er}^{3+}$ 的陶瓷)和一个下偏移磷光体(基于 $\text{Er}^{3+}$ 的磷光体)的吸收和发射光谱峰值。

[0079] 本文描述的实施例可以处理已经阻碍磷光体在太阳能装置中的吸收的工程挑战,例如:

[0080] 1) 在一些情况下,磷光体可以具有小于理想的稳定性。氧化(例如从 $\text{Eu}^{2+}$ 至 $\text{Eu}^{3+}$ )可以在烘烤工艺期间发生。磷光体应当稳定,并且与典型的400°C的烘烤工艺相兼容。

[0081] 2) 在一些情况下,稀土金属和用于镧系金属的提纯工艺是昂贵的。在荧光灯中,例如稀土金属可以导致最终的荧光灯成本的大约20%至40%。

[0082] 3) 在一些情况下,稀土离子可以具有低吸收系数(例如,镧系元素离子的4f-4f转换被禁止或减弱)。磷光体基质可以期望将反射最小化,并且将光到激发载体的吸收和耦合效率最大。具有带隙大于2.7eV的半导体基质(例如, $\text{ZnSe}$ 2.7eV、 $6\text{H-SiC}$ 3.0eV、 $\text{TiO}_2$ 3.0eV至3.2eV)期望从主导带到稀土离子的激发水平的高效率能量转换。感光剂期望主要吸收300nm至500nm的波长,并且有效地转换成供体。

[0083] 4) 在一些情况下,从主体材料的寄生吸收是影响在主体材料中合并的磷光体的损耗机制,其程度随着层厚度、以及基质和发光物质类型变化。

[0084] 5) 在一些情况下,磷光体可以表示环境和安全问题,可以在合成期间与水或湿气不兼容,并且可以在UV辐射下降解。

[0085] 6) 在一些情况下,高 $\text{Yb}^{3+}$ 浓度的浓度淬灭(concentration quenching)应当被最小化。由电荷补偿引起聚类,以及经由在 $\text{Yb}^{3+}$ 子网格之上的能量迁移达到的减小淬灭中心可以改善浓度淬灭问题。

[0086] 7) 在一些情况下, $\text{Yb}^{3+}$ 的发射波长(例如,980nm),同时在结晶Si的带隙之上,会遭受在这种波长下的结晶Si的弱吸收,导致较厚的结晶Si层。

[0087] 8) 在一些情况下,磷光体应当合并到在太阳能电池之上的透明层中,其中磷光体层的折射率、捕获技术以及ARC可以被设计成将损耗最小化。

[0088] 9) 在一些情况下,通过发光物质吸收并且再次发射的光会由于反射而不被传送到太阳能电池,其中,光位于顶部逃逸锥内,或者穿过磷光体层的侧面。

[0089] 10) 在一些情况下,有机染料(同时呈现出较高的吸收系数,接近均匀的量子效率、以及简单的加工性)可以具有窄的吸收带、小的斯托克司频移(Stokes shift)、不可靠的耐光性以及重要的再吸收损耗。在一些情况下,稀土离子可以呈现出低吸收系数,并且可以是昂贵的以及对环境有害。量子点制造起来昂贵,由于在吸收带和发射带之间大的重叠而可以呈现出高的再吸收损耗,以及可以呈现出差的量子效率。

[0090] 11) 在一些情况下,在无机晶体中的缺陷和表面状态可以用作非辐射复合的电子陷阱和中心。表面激发、库伦破坏、热淬灭、表面氧化以及其他的外部电反应可以降解发光物质。

[0091] 以下表1列出可以被包括为在表面嵌入的装置组件中的添加剂的磷光体的另外实例。

[0092] 表1

机制	物质
[0093] 下偏移	$\text{Cr}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$
下偏移	$\text{Eu}^{3+}$
下偏移	若丹明 6G
下偏移	二萘嵌苯或萘二甲酰亚胺 (例如, lumogen-F241)
下偏移	二萘嵌苯或萘二甲酰亚胺 (例如, lumogen-F339)
下偏移	Uvitex OB (2,5-噻吩二基双(5-叔丁基-1,3-苯并噻唑))
下偏移	霍斯塔佐 (Hostasol) 8G
下偏移	Si 纳米颗粒或其他纳米尺寸的结构
下偏移	Ag:磷酸盐玻璃
下偏移	Alq3
下偏移	TPD (N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-[1,1'-联苯基]-4,4'-二胺)
下偏移	Gaq2Cl
下偏移	MPI
下偏移	聚丙烯酸酯塑料 SG715、Sumipex 652
下偏移	双-MSB、Stilben 189、Lumogen-F(570,650,083,170 以及 300)、香豆素 307、黄色荧光 CRS040
下偏移	CdSe 纳米颗粒或其他纳米尺寸的结构
下偏移	CdS 纳米颗粒或其他纳米尺寸的结构
下偏移	ZnSe
下偏移	$\text{Sm}^{3+}:\text{KMgF}_3$
下偏移	$\text{Tb}^{3+}$
下偏移	$\text{Dy}^{3+}$
[0094] 下偏移	香豆素
下偏移	CRS 040
下偏移	$\text{SrAlF}_5:\text{Pr}^{3+}$
下偏移	$\text{YF}_3:\text{Pr}^{3+}$
下偏移	$\text{NaYF}_4:\text{Pr}^{3+}$
下偏移	$\text{CaAlF}_5:\text{Pr}^{3+}$
下偏移	$\text{NaMgF}_5:\text{Pr}^{3+}$
下偏移	$\text{KMgF}_3:\text{Pr}^{3+}$
下偏移	$\text{LaZrF}_7:\text{Pr}^{3+}$
下偏移	$\text{SrAl}_{12}\text{O}_{19}:\text{Pr}^{3+}$
下偏移	$\text{LiYF}_4:\text{Gd}^{3+}$
下偏移	$\text{LiGdF}_4:\text{Eu}^{3+}$
下偏移	$\text{GdF}_3:\text{Eu}^{3+}$
下偏移	$\text{BaF}_2:\text{Gd}^{3+}, \text{Eu}^{3+}$
下偏移	$\text{LiGdF}_4:\text{Er}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$
下偏移	ZnS:Ag, Cu, Al, Zn
下偏移	$\text{YVO}_4:\text{Eu}$
下偏移	$\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$
下偏移	$\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Mn}$
下偏移	$\text{BaCl}_2:\text{Er}^{3+}$
上偏移	$\text{Er}^{3+}:\text{Si}$
上偏移	$\text{Tb}^{3+}:\text{LaF}_3$

[0095]	上偏移	$\text{Er}^{3+}:\text{YAlO}_3$
	上偏移	$\text{Er}^{3+}:\text{Y}_2\text{O}_3$
	上偏移	$\text{Er}^{3+}:\text{LaF}_3$
	上偏移	$\text{Er}^{3+}:\text{LaCl}_3$
	上偏移	$\text{Er}^{3+}:\text{LaBr}_3$
	上偏移	$\text{Er}^{3+}:\text{NaYF}_4$
	上偏移	$\text{Ti}^{2+}:\text{MgCl}_2$
	上偏移	$\text{Ti}^{2+}:\text{NaCl}$
	上偏移	$\text{Er}^{3+}:\text{ZrO}_2$
	上偏移	若丹明 B
	上偏移	若丹明 6G
	上偏移	PYC
	上偏移	APSS

[0096] 磷光体的另外实例包括：基于 $\text{Er}^{3+}$ 的下偏移磷光体；上偏移或下偏移的包含镧系元素的化合物；在荧光灯中利用的下偏移磷光体（例如，用于蓝光和红光发射的 $\text{Eu}^{3+}$ 离子以及用于绿色发射的 $\text{Tb}^{3+}$ ，具有大约90%至大约93%范围的量子效率）； $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Yb}^{2+}$ 和 $\text{YB}^{3+}$ 共激活的发光材料； $\text{NaYF}_4:\text{Er}^{3+}$ （大约20%的 $\text{Er}^{3+}$ ）；具有与Si纳米晶体相邻的 $\text{Er}^{3+}$ 离子接收器而嵌入在 $\text{SiO}_2$ 矩阵中的Si纳米晶体；荧光染料；镧系元素离子；镧系元素化合物；纳米天线；有机天线； $\text{Er}^{3+}$ 菲咯啉（或phen）络合物； $[\text{Eu}(\text{phen})_2]\text{Cl}_3$ ； $\text{Tb}^{3+}$ 联吡啶（或bpy）络合物； $[\text{Tb}(\text{bpy})_2]\text{Cl}_3$ ； $\text{Ca}_2\text{B}_3\text{O}_8:\text{Ce}^{3+}$ ；基于 $\text{Tb}^{3+}$ 的磷光体；基于 $\text{Yb}^{3+}$ 的磷光体； $\text{Er}^{3+}-\text{Dy}^{3+}$ ；ORMOSIL： $\text{Eu}^{3+}$ ；Ag；激光染料；Er；TPD； $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ ； $\text{Eu}^{3+}$ ； $\text{Eu}^{2+}$ ； $\text{Cs}_3\text{Y}_2\text{Br}_9:\text{Eu}^{3+}-\text{Yb}^{3+}$ ；Tb-Yb；Pr-Yb；Er-Yb；基于丙酸盐的磷光体；PbSe；PbS； $\text{Sm}^{3+}$ ； $\text{SrF}_2:\text{Pr}^{3+}-\text{Yb}^{3+}$ ；基于ZnS的磷光体；ZnS：Mn； $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ （或BAM）显示磷光体；Cu-激活的ZnS；Ag激活的ZnS；具有氧化物基质、氮化物基质、氮氧化物基质、硫化物基质、硒化物基质、卤化物基质、硅酸盐基质以及稀土金属基质的磷光体；共振能量传递粒子；或者它们的任意组合。

[0097] 添加剂也可以包括诸如超材料（metamaterial）的功能性试剂，来代替导电材料、半导体以及磷光体，或者与它们组合。具有特定电磁属性的超材料和相关人造复合结构可以包括，例如环形开口谐振器、环形谐振器、遮盖装置、纳米结构的抗反射层、高吸收层、理想透镜、集中器、微集中器、电磁能的聚焦器、耦合器等。添加剂也可以包括例如，反射、吸收或散射电磁辐射（诸如红外线辐射、紫外线辐射以及X线辐射中的任意一种或更多种）的材料。这种材料包括，例如，Ag、Au、Ge、 $\text{TiO}_2$ 、Si、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaF}_2$ 、ZnS、GaAs、ZnSe、KCl、ITO、氧化锡、ZnO、MgO、 $\text{CaCO}_3$ 、二苯甲酮、苯并三唑、受阻胺类光稳定剂、氰基丙烯酸酯、水杨基类型的化合物、Ni、Pb、Pd、Bi、Ba、 $\text{BaSO}_4$ 、钢、U、Hg、金属氧化物、或者它们的任意组合。用于添加剂的材料的另外实例包括 $\text{PbSO}_4$ 、 $\text{SnO}_2$ 、Ru、As、Te、In、Pt、Se、Cd、S、Sn、Zn、铜铟联硒化物（“CIS”）、Cr、Ir、Nd、Y、陶瓷（例如，玻璃）、二氧化硅、或者它们的任意组合。

[0098] 添加剂也可以包括：例如包含聚合物的纳米管、包含聚合物的纳米颗粒、包含聚合物的纳米线、半导体纳米管、绝缘纳米管、纳米天线、由铁磁材料形成的添加剂、由铁磁芯和高导电壳形成的添加剂、有机金属纳米管、金属性纳米颗粒或微米颗粒、由压电材料形成的添加剂、由量子点形成的添加剂、具有掺杂剂的添加剂、光学会聚和捕获结构、光学硅整流二极管天线、纳米尺寸的薄片、纳米同轴的结构、波导结构、金属性纳米晶体、半导体纳米晶体、以及由如下物质形成的添加剂：多变色剂、氧化物、化学致变色剂、合金、压致变色剂、热

电致变色剂、光致变色剂、放射致变色剂、电致变色剂、超材料、硝酸银、磁致变色剂、毒素中和剂、芳族物质、催化剂、湿润剂、盐、气体、流体、胶体、悬浮液、乳液、增塑剂、抗UV剂、发光剂、抗菌剂、抗静电剂、山嵛基三甲基氯化铵、椰油酰胺基丙基甜菜碱、磷酸酯、聚乙二醇酯、多元醇、二壬基萘基磺酸、钌有机金属染料、氧化钛、耐刮擦剂、石墨烯、铜酞菁、抗指纹剂、抗雾剂、着色剂、抗反射剂、红外-抵抗剂、高反射率剂、光过滤剂、香料、防臭剂、树脂、润滑剂、增溶剂、稳定剂、表面活性剂、荧光剂、活性炭、调色剂、电路元件、绝缘体、导体、导电液体、磁性添加剂、电子添加剂、等离子体振子添加剂、电介质添加剂、谐振添加剂、发光分子、荧光分子、空腔、透镜、冷阴极、电极、纳米角锥、谐振器、传感器、致动器、换能器、晶体管、激光器、振荡器、光电探测器、光子晶体、结合的聚合物、非线性元件、化合物、多层、化学惰性剂、折射率改性剂、相移结构、放大器、调制器、转换器、光伏电池、发光二极管、耦合器、防粘连剂以及防滑剂(例如,硅藻土、滑石、碳酸钙、硅石以及硅酸盐);增滑剂和润滑剂(例如,脂肪酸酰胺、芥酸酰胺、油酰胺、脂肪酸酯、硬脂酸金属盐、蜡以及酰胺共混物),抗氧化剂(例如,胺、酚醛塑料、有机磷酸酯、硫酯、丁基化羟基甲苯(或BHT)以及失活剂)、抗静电剂(例如,阳离子抗静电剂、季铵盐以及化合物、磷鎓、铈、阴离子抗静电剂,导电聚合物、胺以及脂肪酸酯)、杀生物剂(例如,10,10'-氧代双吩砒(或者OBPA)、胺-中和的磷酸盐、锌2-pyridinethianol-1-氧化物(或者锌奥咪啉(锌-OMADINE))、2-n-辛基-4-异噻唑啉-3-酮、DCOIT、TRICLOSAN、CAPTAN、以及FOLPET)、光稳定剂(例如,紫外线吸收剂、苯甲酮、苯并三唑、苯酸盐、水杨酸盐、镍有机络合物、受阻胺光稳定剂(或者HALS)、以及含镍的化合物)、导电的聚合物(例如,聚苯胺、聚(乙炔)、聚(吡咯)、聚(噻吩)、聚(对亚苯基硫醚)、聚(p-亚苯基亚乙烯基)(或者PPV)、聚(3-烷基噻吩)、polyindole、聚茈、聚吡唑、聚甘菊环、聚吡庚因、聚(芴)、聚萘、黑色素、聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)(或者PEDOT)、聚(苯乙烯磺酸盐)(或者PSS)、PEDOT-PSS、PEDOT-聚甲基丙烯酸(或者PEDOT-PMA)、聚(3-己基噻吩)(或者P3HT)、聚(3,4-辛基噻吩)(或者P3OT)、聚(C-61-丁酸-甲酯)(或者PCBM)、以及聚[2-甲氧基-5-(2'-乙基-己氧基)-1,4-亚苯基亚乙烯基](或者MEH-PPV))、如本文所列的适用于主体材料的任何材料、或者它们的任意组合。

[0099] 对于某些实施,期望诸如以纳米线、纳米管以及它们的组合的形式的高纵横比的添加剂。例如,期望的添加剂包括:由碳或其他材料(例如,MWNT、SWNT、石墨化的MWNT、石墨化的SWNT、改进的MWNT、改进的SWNT以及包含聚合物的纳米管)形成的纳米管,由金属、金属氧化物、金属合金或其他材料(例如,Ag纳米线、Cu纳米线、氧化锌纳米线(未通过或通过例如铝、硼、氟以及其他掺杂)、锡氧化物纳米线(未由或由例如氟掺杂)、镉锡氧化物纳米线、ITO纳米线、包含聚合物的纳米线以及Au纳米线)形成的纳米线,以及导电或半导体的并且具有各种形状的(圆柱形、球形、锥形或另外)的其他材料)。添加剂的另外实例包括由活性炭、石墨烯、碳黑、科琴黑(ketjen black)形成的那些添加剂,以及由金属、金属氧化物、金属合金或其他材料(例如,Ag纳米颗粒、Cu纳米颗粒、氧化锌纳米颗粒、ITO纳米颗粒以及Au纳米颗粒)形成的纳米颗粒。

[0100] 一般地,主体材料可以具有各种形状和尺寸,可以是透明的、半透明的或不透明的,可以是柔性的、可弯曲的、可折叠的或刚性的,可以是电磁不透射的或电磁可透射的,以及可以是导电的、半导体的或绝缘的。主体材料可以采用用作衬底的层、薄膜或薄片的形式,或者可以采用设置在衬底或其他材料的顶部上的一个涂层或多个涂层的形式。适用的

主体材料的实例包括：有机材料、无机材料以及混合的有机-无机材料。例如，主体材料可以包括：热塑性聚合物，热固性聚合物、弹性体或共聚物或它们的其他组合，诸如选自聚烯烃、聚乙烯(或PE)、聚丙烯(或PP)、乙烯醋酸乙酯(或EVA)、离聚物、聚乙烯醇缩丁醛(或PVB)、聚丙烯酸酯、聚酯、聚砷(polysulphone)、聚酰胺、聚酰亚胺、聚氨酯、聚乙烯化合物、含氟聚合物、聚碳酸酯(或PC)、聚砷(polysulfone)、聚乳酸、基于烯丙基二甘醇碳酸酯的聚合物、腈基聚合物、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(或ABS)、苯氧基-基聚合物、亚苯基醚/氧化物、塑料溶胶、有机溶胶、聚乙乳酸纤维(可塑淀粉材料)、聚缩醛、芳族聚酰胺、聚酰胺-酰亚胺、聚芳醚、聚醚酰亚胺、聚芳基砷、聚丁烯、聚酮、聚甲基戊烯、聚亚苯基、聚苯乙烯、高抗冲聚苯乙烯、基于苯乙烯马来酸酐的聚合物、基于聚烯丙基二甘醇碳酸酯单体的聚合物、双马来酰亚胺-基聚合物、聚烯丙基邻苯二甲酸酯、热塑性聚氨酯、高密度聚乙烯、低密度聚乙烯、共聚酯(例如，在商标Tritan™下可利用的)、聚氯乙烯(或PVC)、丙烯酸基聚合物、聚对苯二甲酸乙二醇酯-1,4-环己烷二甲醇酯(或PETG)、聚对苯二甲酸乙二酯(或PET)、环氧、含环氧的树脂、三聚氰胺-基聚合物、硅酮和其他的含硅的聚合物(例如，聚硅烷和聚倍半硅氧烷)、基于乙酸酯的聚合物、聚(富马酸丙二醇酯)、聚(偏氟乙烯-三氟乙烯)、聚-3-羟基丁酸酯聚酯、聚酰胺、聚己内酯、聚乙醇酸(或PGA)、聚乙交酯、聚乳酸(或PLA)、交酯酸的塑料、聚亚苯基亚乙烯基、导电聚合物(例如，聚苯胺、聚(乙炔)、聚(吡咯)、聚(噻吩)、聚(对亚苯基硫醚)、聚(对亚苯基亚乙烯基)(或PPV)、聚(3-烷基噻吩)、聚吲哚(olyindole)、聚茈、聚咪唑、聚甘菊环、聚吡啶、聚(芴)、聚萘、黑色素、聚(3,4-亚乙基二氧噻吩)(或PEDOT)、聚(苯乙烯磺酸酯)(或PSS)、PEDOT-PSS、PEDOT-聚甲基丙烯酸(或PEDOT-PMA)、聚(3-己基噻吩)(或P3HT)、聚(3-辛基噻吩)(或P3OT)、聚(C-61-丁酸甲酯)(或PCBM)、以及聚[2-甲氧基-5-(2'-乙基-己氧基)-1,4-亚苯基亚乙烯基](或MEH-PPV)、聚烯烃、液晶聚合物、聚氨酯、聚酯、共聚酯、聚(甲基丙烯酸甲酯)共聚物、四氟乙烯-基聚合物、磺化四氟乙烯共聚物、离聚物、氟化的离聚物、与聚合物电解质膜相对应的聚合物或者包括在聚合物电解质膜中的聚合物、乙磺酰氟化物-基聚合物、基于2-[1-[二氟[(三氟乙基)氧基]甲基]-1,2,2,2-四氟代乙氧基]-1,1,2,2-四氟-(具有四氟乙烯、三氟乙烯-全氟-3,6-二氧杂-4-甲基-7-辛烯磺酸共聚物)的聚合物、聚丙烯、聚丁烯、聚异丁烯、聚异戊二烯、聚苯乙烯、聚乳酸、聚乙交酯、聚乙醇酸、聚己内酯、基于1,1-二氟乙烯的聚合物、基于三氟乙烯的聚合物、聚(1,1-二氟乙烯-三氟乙烯)、聚亚苯基亚乙烯基、基于铜酞菁的聚合物、石墨烯、聚(富马酸丙二醇酯)、玻璃纸、铜铵-基聚合物、人造丝、以及生物聚合物(例如，醋酸纤维素(或CA)、乙酸丁酸纤维素(或CAB)、乙酸丙酸纤维素(或CAP)、丙酸纤维素(或CP)、基于尿素、木材、胶原质、角蛋白、弹性蛋白、硝化纤维、可塑淀粉材料、赛璐珞、竹子、生物-衍生的聚乙烯、碳二亚胺、软骨、硝酸纤维素、纤维素、壳多糖、脱乙酰壳多糖、结缔组织、铜酞菁、棉纤维素、弹性蛋白、糖胺聚糖、亚麻、透明质酸、硝化纤维、纸、羊皮纸、可塑淀粉材料、淀粉、基于淀粉的塑料、1,1-二氟乙烯以及纤维胶)，或者任何单体、共聚物、共混物，或者它们的其他组合。适用的主体材料的另外实例包括：陶瓷(例如，基于SiO<sub>2</sub>的玻璃；基于SiO<sub>x</sub>的玻璃；基于TiO<sub>x</sub>的玻璃；基于SiO<sub>x</sub>的其他的钛、钽、镁类似物的玻璃；旋涂玻璃；由溶胶-凝胶工艺、硅烷前体、硅氧烷前体、硅酸盐前体、原硅酸四乙酯、硅烷、硅氧烷、磷硅酸盐、旋涂玻璃、硅酸盐、硅酸钠、硅酸钾、玻璃前体、陶瓷前体、倍半硅氧烷、金属性倍半硅氧烷(metallasilsesquioxanes)、多面体低聚倍半硅氧烷、卤代硅烷、聚酰亚胺、PMMA光致抗蚀剂、溶胶-凝胶、硅-氧化物、硅氧烷、锡氧烷

(stannoxanes)、硅硫烷、硅氮烷、聚硅氮烷、金属茂、二氯二茂钛、二氯二茂钒形成的玻璃；以及其他类型的玻璃)、陶瓷前体、聚合物-陶瓷复合物、聚合物-木材复合物、聚合物-碳复合物(例如,由科琴黑、活性炭、碳黑、石墨烯以及其他形式的碳形成)、聚合物-金属复合材料、聚合物-氧化物、或者它们的任意组合。

[0101] 主体材料可以是例如n掺杂、p掺杂、或未掺杂的。嵌入添加剂可以是例如n掺杂、p掺杂或未掺杂。如果主体材料导电或半导体的,则n掺杂、p掺杂或两种掺杂的添加剂可以用作形成用于太阳能装置以及其他类型的电子装置和光电装置的p-n结。

[0102] 图1A的配置和本文描述的特定表面嵌入的装置组件(例如,如图1D至图1I以及图2A至图2H中所示)之间的至少一个不同之处在于本体结合(bulk incorporation)的特点,图1A的器件层104具有在器件层104中随机的并且较均匀分布的添加剂102。相反,在本文描述的表面嵌入的装置组件中,添加剂可以被很大程度地限定到主体材料的“平面”或“类似平面”的嵌入区,导致添加剂的减小的拓扑无序,并且增加用于改善的导电性的添加剂之间的结形成的发生。尽管嵌入区有时被称作为“平面”,但是将理解的是这种嵌入区典型地不是严格的二维,由于添加剂本身是典型地三维。然而,“平面”可以用作相对的意义,在主体材料的某一区域内具有添加剂的相对薄、类似平板(或分层)的局部浓度,以及在主体材料的其余部分很大程度上不存在添加剂。也将理解的是嵌入区域可以被称作为“平面”,即使这种嵌入区可以具有大于(例如,几倍大于)添加剂的特征尺寸,诸如在图1F、图2A以及图2B中。嵌入区域可以位于与主体材料的一侧相邻,与主体材料的中间相邻,或者与沿着主体材料的厚度方向的任意位置相邻,以及多个嵌入区可以在主体材料内彼此相邻或彼此分开。每个嵌入区可以包括一种或更多种类型的添加剂,并且嵌入区(位于同一主体材料中)可以包括不同类型的添加剂。通过将导电的添加剂限定在主体材料的一组“平面”嵌入区(与随机遍布主体材料相反),可以对每单位区的指定量的添加剂实现更高的导电性。未限定在一个嵌入区的任何添加剂表示可以省略的过量的添加剂。

[0103] 通过将光谱偏移添加剂限定到主体材料的一组“平面”嵌入区(与随机遍布主体材料相反),通过减少自我吸收或淬灭的情况,可以对太阳能装置的每个单位面积的指定量的添加剂实现更高的太阳能功率转换效率。例如,因为发光物质可以被很大程度地限定在与主体材料的顶表面相邻的嵌入区,所以少的或者没有物质存在于顶部嵌入物质之下,以再吸收顶部嵌入物质的发射光谱。由于发光物质限定到“平面”嵌入区中的,所以急剧减少的再吸收可以有效地处理高浓度淬灭的问题。此外,与器件层的顶表面相邻地嵌入的下偏移物质,诸如太阳能装置的封装层,可以通过将入射光阳光的UV辐射转换成可见光来增加器件层的聚合物的UV抗性。现有的UV稳定剂或吸收剂可以消除浓度,减小浓度,或者包括在相同的浓度中。

[0104] 在图1B的配置和本文描述的某些表面嵌入的结构(例如,如在图1D至图1I以及图2A至图2H中所示的)之间的至少一个不同之处在于现有的涂层的特征,图1B的器件层110具有遍布器件层110混合的添加剂108,所述器件层110被设置在器件层112的顶部。参见器件层110本身,该层110针对本体结合的情况与图1A中所示的配置相似,添加剂108随机并且较均匀地分布在层110中。相反,在本文描述的某些表面嵌入的装置组件中,添加剂不是均匀地位于整个涂层中,而是可以很大程度上限定在器件层的“平面”或“类似平面”的嵌入区域,而没有用于将添加剂与器件层结合所需的任何涂层或其他二次材料,而在其他的表

面嵌入的结构(例如,如图1G和图2G中所示)中,添加剂可以很大程度上限定在涂层的“平面”或“类似平面”的嵌入区域,而不是均匀地遍布涂层。将导电添加剂限定在“平面”或“类似平面”的嵌入区域导致添加剂减小的拓扑无序,并且增加在用于改善导电性的添加剂之间结形成的发生。此外,将光谱偏移添加剂限定在“平面”或“类似平面”的嵌入区域允许减少的自我吸收和增加的UV抗性。

[0105] 此外,因为在层110的顶部上暴露出的材料可以用透明胶带、粘力或摩擦力、或其他的力而容易地被去除,所以图1B的器件层110易于被破坏,并且可以具有迁移离开表面的趋势。包含添加剂108的器件层110也可以分层、分裂、剥离、起泡、或者经受其他的变形,这可以通过本文描述的某些表面嵌入的装置组件(将添加剂直接嵌入在器件层中,而没有用于结合目的所需的任何涂层或其他二次材料)来克服。例如,在聚酰亚胺层上制造电子装置期间遇到的潜在问题是与相邻层的粘合。对于设置在聚酰亚胺层上的薄膜或其他层可以发生剥离和分层。本文描述的表面嵌入的装置组件提供了在聚酰亚胺层上制造的装置改善的机械耐久性和鲁棒性。表面嵌入的优点适用于聚酰亚胺衬底,以及其他的聚合物或聚合物复合衬底。通过将活性或功能性的添加剂直接并持久地嵌入到聚酰亚胺层(而不是作为薄膜沉积在聚酰亚胺层的顶部)中,实施例克服了薄膜到聚酰亚胺的差粘合并且避免粘结-涂层、底层涂料或其他二次或中间层的使用来改善不利于装置性能的粘合,并且增加了成本。参见图1B,添加剂108的拓扑无序(一些添加剂108从层110的表面延伸)会导致粗糙,引起短路,并且防止与相邻的器件层的紧密接触。这是与以持久的、平滑的表面为特点的本文描述的表面嵌入的装置组件相反。在添加剂被基本上或被完全地嵌入在主体材料中(例如,如图1E和图1F中所示)的情况下,所得的表面嵌入的结构嵌入表面非常平滑(例如,在不存在嵌入添加剂的情况下,具有可与主体材料的表面相比的平滑度或粗糙度),不具有由暴露出的添加剂占据的嵌入表面的表面积、具有不大于大约1%、不大于大约5%、不大于大约10%、不大于大约25%、或不大于大约50%的由暴露出的添加剂占据的嵌入表面的表面积(如通过嵌入表面的顶视图或其他2维表示测量的,并且判定来自暴露出的添加剂的表面积覆盖百分比)。

[0106] 图1C的配置与本文描述的某些表面嵌入的装置组件(例如,如图1D至图1I以及图2A至图2H所示)之间的至少一个不同之处在于表面沉积特征,添加剂116被设置在器件层118的顶部,而没有添加剂116到层118中的任何嵌入。由于在层118的顶部上沉积的材料用透明胶带、粘性的或摩擦力、或其他的力而容易地被去除,所以图1C的表面沉积的结构114会易于破坏,并且可以具有迁移离开表面的趋势。此外,表面沉积的结构114的表面是多孔的(例如,来自表面沉积的添加剂116之间的空隙,来自添加剂116一个在另一个的顶部上的层叠,或者两者),这在实现被涂覆或以其他方式施加到表面沉积的添加剂116的顶部上的另一种材料的充分渗透上产生挑战,由此导致空隙或其他界面缺陷。此外,表面沉积的结构114的表面可以非常粗糙,这会引入短路并且防止与相邻的器件层的紧密接触。这是与以持久的、无孔的、平滑的表面为特点的本文描述的表面嵌入的装置组件相反。在添加剂被基本上或被完全地嵌入在主体材料中(例如,如图1E和图1F中所示)的情况下,所得的表面嵌入的结构嵌入表面非常平滑(例如,具有可与不存在嵌入添加剂的主体材料的表面可比较的/相似的平滑度或粗糙度),不具有由暴露出的添加剂占据的嵌入表面的表面积、具有不大于大约1%、不大于大约5%、不大于大约10%、不大于大约25%、或不大于大约50%的由暴

露出的添加剂占据的嵌入表面的表面积(如通过嵌入表面的俯视图或其他2维表示测量的,并且判定来自暴露出的添加剂的表面积覆盖百分比)。此外,表面沉积的结构114可以具有比本文描述的表面嵌入的装置组件更高的薄层电阻或更低的导电性。

[0107] 在一些实施例中,表面嵌入的装置组件可以具有如下情况的嵌入到主体材料中的添加剂:从进入嵌入表面中大约按体积计10%的量(或更小,诸如从大约0.1%),达到进入嵌入表面中大约按体积计100%的量,以及可以具有以变化的表面积覆盖而被暴露出的添加剂,诸如从大约0.1%(或更小)的表面积覆盖达到大约99.9%(或更大)的表面积覆盖。例如,根据被嵌入在嵌入表面之下的添加剂的体积相对于添加剂的总体积,至少一种添加剂可以具有在大约10%至100%(诸如从10%至大约50%、或从大约50%至大约100%)的范围的嵌入量百分比(或添加剂群体可以具有如上范围的一个平均嵌入量百分比)。

[0108] 在一些实施例中,表面嵌入的装置组件可以具有如下特征的嵌入区域:厚度比利用的添加剂的特征尺寸更大(例如,对于纳米线,比各个纳米线的直径或穿过纳米线的平均直径更大),添加剂被很大程度地限定在具有比主体材料的总厚度更小的厚度的嵌入区域。例如,嵌入区域的厚度可以不大于主体材料的总厚度的大约80%,诸如不大于总体厚度的大约50%、不大于总体厚度的大约40%、不大于总体厚度的大约30%、不大于总体厚度的大约20%、不大于总体厚度的大约10%或不大于总体厚度的大约5%。

[0109] 在一些实施例中,通过改变相对于所利用的添加剂的特征尺寸(例如,对于纳米线,相对于各个纳米线的直径或者穿过纳米线的平均直径)的程度,添加剂可以被嵌入在主体材料中。例如,根据在嵌入表面之下的添加剂上的最远嵌入点的距离,至少一种添加剂可以被嵌入到大于特征尺寸的大约100%的程度,或者可以被嵌入到不大于特征尺寸的大约100%的程度:诸如特征尺寸的至少大约5%或大约10%以及达到大约80%、达到大约50%、或者达到大约25%。作为另一个实例,全体添加剂,平均地,可以被嵌入到大于特征尺寸的大约100%的程度、或者可以被嵌入到不大于特征尺寸的大约100%的程度:诸如特征尺寸的至少大约5%或大约10%,并且达到特征尺寸的大约80%、达到大约50%或到达大约25%。如将要理解的,添加剂被嵌入到主体材料中的程度会影响嵌入表面的粗糙度,诸如当测量穿过嵌入表面(例如,相对于平均高度的标准差)的高度变化程度时。比较例如图1D与图1C,图1D的表面嵌入结构120的粗糙度小于部分嵌入的添加剂130的特征尺寸,而图1C的结构114的粗糙度是表面沉积的添加剂116的至少一种特征尺寸,并且可以是2倍(或更多倍)的特征尺寸(例如,作为添加剂116一个在另一个的顶部上层叠的结果)。

[0110] 在一些实施例中,至少一种添加剂可以从主体材料的嵌入表面伸出大约0.1nm至大约1cm:诸如从大约1nm至大约50nm、从大约50nm至100nm、或从大约100nm至大约100微米。在其他的实施例中,全体添加剂,平均地可以从主体材料的嵌入表面延伸出大约0.1nm至1cm:诸如从大约1nm至大约50nm、从大约50nm至100nm、或从大约100nm至大约100微米。在其他的实施例中,主体材料的基本全部表面积(例如,嵌入表面的面积)被添加剂占据。在其他的实施例中,高达大约100%或高达大约75%的表面积(表面区域)被添加剂占据:诸如高达大约50%的表面积、高达大约25%的表面积、高达大约10%的表面积、高达大约5%的表面积以及高达大约3%的表面积、或者高达大约1%的表面积被添加剂占据。添加剂不需要从主体材料的嵌入表面延伸出,并且可以整体地位于嵌入表面之下。对于表面嵌入的结构,添加剂的嵌入程度和表面覆盖程度可以根据特定的装置组件或应用来选择。例如,基于表面嵌入的添



加剂的光谱偏移来操作的装置组件可以指定添加剂的更深程度的嵌入和更低表面覆盖,而基于经由或穿过表面的电流的流动来操作的装置组件可以指定添加剂的更小程度的嵌入和更高表面覆盖。

[0111] 在一些实施例中,如果纳米线用作添加剂,则影响导电性和其他期望特性的特征包括:例如纳米线密度或装填水平,表面积覆盖、纳米线长度、纳米线直径、纳米线的均匀性、材料类型以及纯度。在一些实施例中优选具有低结电阻和低本体电阻的纳米线。为了达到更高的导电性,同时保持高透明度、可以利用更薄的直径、更长长度的纳米线(例如,具有较大的纵横比以制造纳米结形成,并且在大约50至大约2000的范围;诸如从大约50至大约1000,或从大约100至大约800),并且可以利用金属性纳米线,诸如Ag、Cu以及Au纳米线。纳米线的特征也可以被选择或调整以提供光散射,诸如当合并在使用太阳能的后反射器的器件层中时。利用纳米线作为添加剂以形成纳米线网络,诸如Ag纳米线网络,可以适用于一些实施例。也可以利用其他的金属性纳米线、非金属性纳米线,诸如ZnO、ZnO(i)、ZnO:Al、ZnO:B、SnO<sub>2</sub>:F、Cd<sub>2</sub>SnO<sub>4</sub>、CdS、ZnS、TiO<sub>2</sub>、ITO以及其他的氧化物纳米线。由具有在可见光谱能量(例如, $<1.8\text{eV}$ 并且 $>3.1\text{eV}$ )之外的带隙的半导体、或者大约接近这个范围的半导体组成的添加剂,可以用作创造具有高光学透明度的器件层,因为可见光通常将不被带隙能量或者其中的界面陷阱吸收。考虑到由莫斯-布尔斯坦(Moss-Burstein)效应引起的偏移的费米能级和带隙边缘,各种掺杂剂可以用作调节这些前述的半导体的导电性。根据尺寸(例如,直径和长度),纳米线可以大部分均匀或单分散,诸如都在大约5%(例如,相对于平均直径或长度的标准差)内、都在大约10%内、都在大约15%内、或者都在大约20%内。纯度可以是例如至少大约50%、至少大约75%、至少大约85%、至少大约90%、至少大约95%、至少大约99%、至少大约99.9%、或者至少大约99.99%。纳米线的表面积覆盖可以是例如达到大约100%、小于大约100%、达到大约75%、达到大约50%、达到大约25%、达到大约10%、达到大约5%、达到大约3%、或者达到大约1%。由于可以在Ag纳米线的表面上由于氧化形成(或被形成)的银氧化物是导电的,所以Ag纳米线对于某些实施例是特别理想的。此外,芯-壳纳米线(例如,具有Au或铂壳的银芯)也可以减小结电阻。

[0112] 在一些实施例中,如果纳米管用作添加剂(无论由碳、金属、金属合金、金属氧化物或其他的材料形成),则可以影响导电性和其他期望特性的特征包括:例如纳米管密度或装填水平、表面积覆盖、纳米管长度、纳米管内径、纳米管外径(无论利用单壁或多壁纳米管)、纳米管的均匀性、材料类型以及纯度。在一些实施例中,优选具有低结电阻的纳米管。针对在诸如显示器的某些装置的环境中的减小的散射,可以利用诸如碳纳米管的纳米管以形成纳米管网络。可替代地,或组合,可以利用较小直径的纳米线以实现相对于纳米管的利用在散射上相似的减小。也可以选择或调整纳米管的特征以提供光散射,诸如当纳米管被合并在使用太阳能装置的后反射器的器件层中时。纳米管可以根据尺寸(例如,外径、内径以及长度)大部分均匀或单分散,诸如都在大约5%内(例如,相对于平均外径/内径或长度的标准差)、都在大约10%内、都在大约15%内、或都在大约20%内。纯度可以是:例如至少大约50%、至少大约75%、至少大约85%、至少大约90%、至少大约95%、至少大约99%、至少大约99.9%、或至少大约99.99%。纳米管的表面积覆盖可以:例如达到大约100%、小于大约100%、达到大约75%、达到大约50%、达到大约25%、达到大约10%、达到大约5%、达到大约3%、或者达到大约1%。

[0113] 应当理解的是添加剂类型的数目可以针对指定的装置组件或应用而改变。例如,

Ag纳米线、Cu纳米线以及Au纳米线中的任何一种或组合可以与ITO纳米颗粒一起利用,以产生高光学透明度和高导电性。相似的组合包括:例如Ag纳米线、Cu纳米线以及Au纳米线中的任何一种或组合、以及ITO纳米线、ZnO纳米线、ZnO纳米颗粒、Ag纳米颗粒、Au纳米颗粒、SWNT、MWNT、基于富勒烯的材料(例如,碳纳米管和巴基球)、ITO纳米颗粒以及磷光体中的任何一种或更多种。ITO纳米颗粒或纳米线的利用可以提供额外的功能性,诸如通过用作缓冲层来调整在太阳能装置的环境下的功函数,或者提供用于电流流动的导电路径,来替换由其他的添加剂提供的导电路径或者与由其他的添加剂提供的导电路径组合。实际上,任意数目个不同类型的添加剂可以被嵌入到主体材料中。

[0114] 在一些实施例中,添加剂被初始地提供为离散对象。根据到主体材料中的嵌入,主体材料可以包裹或包围添加剂,使得添加剂被对齐或者以其他方式布置在“平面”或“类似平面”的嵌入区中。在针对诸如纳米线、纳米管、微米线、微米管或者具有大于1的纵横比的其他添加剂的情况的一些实施例中,添加剂被对齐,使得它们的长度方向轴或者纵向轴被最大程度地限定在相对于水平面、或者与嵌入表面的平面相对应或平行的另一平面的角度的范围内。例如,添加剂可以被对齐,使得它们的长度方向轴或最长尺寸的轴,平均地被限定在相对于水平面从大约 $-45^{\circ}$ 至大约 $+45^{\circ}$ 的范围:诸如从大约 $-35^{\circ}$ 至大约 $+35^{\circ}$ 、从大约 $-25^{\circ}$ 至大约 $+25^{\circ}$ 、从大约 $-15^{\circ}$ 至大约 $+15^{\circ}$ 、从大约 $-5^{\circ}$ 至大约 $+5^{\circ}$ 、或者从大约 $-1^{\circ}$ 至大约 $+1^{\circ}$ 。在这个实例中,少的或基本没有添加剂具有相对于水平面从大约 $-45^{\circ}$ 至大约 $+45^{\circ}$ 范围的朝向外部的长度方向轴或纵向轴。在嵌入区域内,邻近的添加剂在一些实施例中可以彼此接触。这种接触可以利用较长纵横比的添加剂来改善,同时针对期望的透明度保持较低的表面覆盖。在一些实施例中,在添加剂(诸如纳米线、纳米颗粒、微米线、微米颗粒)之间的接触可以经由烧结或退火(诸如在以下温度下的低温烧结:大约 $50^{\circ}\text{C}$ 、大约 $125^{\circ}\text{C}$ 、大约 $150^{\circ}\text{C}$ 、大约 $175^{\circ}\text{C}$ 、或者大约 $200^{\circ}\text{C}$ 、或者在大约 $50^{\circ}\text{C}$ 至大约 $125^{\circ}\text{C}$ 、大约 $100^{\circ}\text{C}$ 至大约 $125^{\circ}\text{C}$ 、大约 $125^{\circ}\text{C}$ 至大约 $150^{\circ}\text{C}$ 、大约 $150^{\circ}\text{C}$ 至大约 $175^{\circ}\text{C}$ 、或者大约 $175^{\circ}\text{C}$ 至大约 $200^{\circ}\text{C}$ 的范围中),快速烧结,经由氧化还原反应的利用以引起到添加剂上的沉积以便一起生长和融合添加剂的烧结,或者它们的任意组合。例如,在Ag或Au添加剂的情况下,Ag离子或Au离子可以被沉积到添加剂上以使添加剂与相邻的添加剂融合。也设想在大约 $200^{\circ}\text{C}$ 或大约 $200^{\circ}\text{C}$ 以上的温度下的高温烧结。也设想对于某些应用和装置需要少的接触或不接触,其中电荷隧穿或跳跃在不存在实际接触的情况下提供充分的导电性,或者主体材料或在主体材料的顶部上的涂层本身可以导电。这种应用和装置可以用高达 $10^6 \Omega/\text{sq}$ 或者更大的薄层电阻来操作。各个添加剂可以通过用于电子传送的电学阻挡层和量子阻挡层来分开。

[0115] 以下提供了相对于图1A至图1C中所示的配置,文本描述的表面嵌入的装置组件的另外优点。不同于图1A的配置,不需要添加剂在整块主体材料中的均匀分布来获得期望的特性。实际上,在至少一些实施例中优选地,添加剂很大程度地被限定到主体材料的“平面”或“类似平面”的嵌入区。实际上,由于添加剂的非均匀混合以及结块和凝聚,所以难以实际地获得如图1A中所描述的均匀分布。不同于图1B的配置,添加剂可以被嵌入在主体材料中,而不是遍布在涂层中进行混合并施加到主体材料的顶部。在以这种方式来嵌入添加剂时,所得的表面嵌入的装置组件可以具有更高的持久性、更好的粘合以及更好的机械完整性。此外,与本体结合相关的问题相似,传统的涂层易受非均匀的混合和结块的影响,这可以用本文描述的表面嵌入的装置组件来避免或减小。通过在嵌入区内提供高均匀性的添加剂

分布,与离散涂层或本体结合相比,公开的实施例允许穿过装置的改善的可靠性,以及由于表面嵌入的更薄的复合层。在嵌入区内的这种高均匀性由于在以下中公开的表面嵌入方法(可以将添加剂嵌入到嵌入表面中,并且减小或防止随后的添加剂迁移或结块)而至少部分地获得。此外,沿着传统涂层的z方向的添加剂的拓扑无序会导致粗糙,尤其是在纳米和微米级上。相反,由于例如在主体材料内的添加剂的嵌入和添加剂的对齐,表面嵌入的装置组件与传统/现有的涂层相比可以具有减小的粗糙度,由此用作避免或减小装置故障的情况(例如,从装置的纳米线渗透中分流)。不同于图1C的配置,添加剂被部分地或完全地嵌入到主体材料中,而不是被表面地(浅薄地)设置在表面的顶部上,结果是与表面沉积的添加剂相比的减小的粗糙度,以及更高的持久性和导电性。在一些实施例中,当嵌入纳米线时,主体材料的聚合物链可以将纳米线保持在一起,使纳米线更近并且增加导电性。加热器件层也可以导致聚合物链将纳米线移动成更紧密地在一起。

[0116] 表面嵌入的装置组件可以非常持久。在一些实施例中,这种持久性与刚性和鲁棒性相组合,并且在其他的实施例中,这种持久性与收缩、转动、弯曲以及折叠的性能相结合,在其他的物理作用之中,具有例如:透光率减小不大于大约50%、不大于大约20%、不大于大约15%、不大于大约10%、不大于大约5%、不大于大约3%、或者基本不减小;电阻增加不大于大约50%、不大于大约20%、不大于大约15%、不大于大约10%、不大于大约5%、不大于大约3%、或者基本不增加;以及量子效率减小不大于大约50%、不大于大约20%、不大于大约15%、不大于大约10%、不大于大约5%、不大于大约3%、或者基本不减小。在一些实施例中,表面嵌入的装置组件很大程度上不受传统涂层的持久性问题的影响,并且可以经受得住涂层领域中利用的标准的透明胶带试验(Scotch Tape Test),以及产生基本不减小的观察到的透光率,或者透光率减小不大于大约5%、减小不大于大约10%、减小不大于大约15%、或者减小不大于大约50%;以及产生基本不增加的观察到的电阻、或者增加不大于大约5%、增加不大于大约10%、增加不大于大约15%、或者增加不大于大约50%;以及产生基本不减小的观察到的量子效率、或者减小不大于大约5%、减小不大于大约10%、减小不大于大约15%、或者减小不大于大约50%。在一些实施例中,表面嵌入的装置组件也可以经受得住摩擦、刮擦、弯曲、物理磨损、热循环、化学暴露以及湿度循环,并且具有基本不减小的观察到的透光率或量子效率、减小不大于大约50%、减小不大于大约20%、减小不大于大约15%、减小不大于大约10%、或者减小不大于大约5%、或者减小不大于大约3%,以及具有基本不增加的观察到的电阻、或者增加不大于大约50%、增加不大于大约20%、增加不大于大约15%、增加不大于大约10%、增加不大于大约5%、或者增加不大于大约3%。这种增强的持久性可以产生于在主体材料中添加剂的嵌入,使得添加剂通过分子链或主体材料的其他成分而被物理地或化学地保持在主体材料的内部。在一些情况下,弯曲或按压可以被视为增加导电性。

[0117] 表面嵌入的装置组件的一些实施例的另一优点在于可以利用更少量的添加剂来达到电渗透阈值(electrical percolation threshold)。换言之,导电性可以利用较少的添加剂材料来获得,由此节省添加剂材料和降低相关的成本,并且增加透光性。如将理解的,当充足量的添加剂存在以允许电荷从一个添加剂至另一个添加剂的渗透时通常达到电渗透阈值,由此提供穿过添加剂网络的至少部分的导电路径。在一些实施例中,电渗透阈值可以通过如图4的示意图中所示的,电阻的对数坐标图与添加剂的装填水平的斜率变化来观察。可以利用较少量的添加剂材料,由于添加剂被很大程度地限定到“平面”或“类似平

面”的嵌入区,由此与图1A至图1C的配置相比,大大地减小拓扑无序并且使得添加剂相互之间(例如,纳米线相互之间或纳米管相互之间)的结形成的更高可能性。换言之,因为添加剂被限定到在主体材料中的薄嵌入区,如与在整个厚度的主体材料上分散相反,可以大大地增加添加剂将互连并且形成结的可能性。在一些实施例中,可以在大约 $0.001\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 至大约 $100\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (或更高)的范围内(例如,针对诸如银纳米线的某些添加剂,从大约 $0.01\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 至大约 $100\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ,从大约 $10\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 至大约 $100\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ,从 $0.01\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 至大约 $0.4\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ,从大约 $0.5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 至大约 $5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ,或从大约 $0.8\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 至大约 $3\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )的添加剂的装填水平上达到电渗透阈值。这些装填水平可以根据添加剂的尺寸、材料类型、空间分散以及其他特征来改变。

[0118] 另外,可以利用较少量的添加剂(例如,如通过嵌入区的厚度表明的),以实现网络至本体的转换,网络至本体的转换是表示从呈现出稀少的二维导电网络的有效材料属性的薄层到一种呈现出三维导电本体材料的有效属性的转换的参数。通过将添加剂(例如,Ag纳米线、Cu纳米线、多壁碳纳米管(“MWCNT”)、单壁碳纳米管(“SWCNT”)、或者它们的组合)限定到“平面”或“类似平面”的嵌入区域,可以在太阳流量加权(flux-weighted)透光率的特定水平上获得较低的薄层电阻。此外,在一些实施例中,由于减少或消除与混合有添加剂的单独的涂层或其他二次材料相关的界面缺陷,所以可以用表面嵌入的装置组件来减少载流子复合。

[0119] 为了进一步地解释这些优点,添加剂的网络可以以拓扑无序和接触电阻为特征。从拓扑学上看,在添加剂的临界密度之上以及在添加剂-添加剂(例如,纳米线-纳米线、纳米管-纳米管、或者纳米管-纳米线)结的临界密度之上,电流可以容易地从源极流到漏极。添加剂的“平面”或“类似平面”的网络可以用减小的厚度(根据添加剂的特征尺寸表示的(例如,对于纳米线,相对于各个纳米线的直径或穿过纳米线的平均直径))来达到网络至本体的转换。例如,嵌入区可以具有达到大约5倍(或更大)的特征尺寸 的厚度,诸如达到大约4倍、达到大约3倍,或者达到大约2倍的特征尺寸,以及低至大约0.05或大约0.1倍的特征尺寸,允许装置更薄同时增加透光性和导电性。因此,提供了本文描述的表面嵌入的装置组件,在一些实施例中,嵌入区域具有达到大约 $n \times d$ (以nm计)的厚度,嵌入区内具有 $d$ (以nm计)的特征尺寸的添加剂,其中, $n=2,3,4,5$ 或更大。

[0120] 表面嵌入的装置组件的一些实施例的另一个优点在于,针对导电性的指定级别,组件可以产生更高的透光性。这是因为鉴于用于添加剂的指定装填水平的添加剂-添加剂结的有效形成,可以使用较少的添加剂材料以获得导电性的水平。如将理解的,薄导电材料(例如,以薄膜的形式)的透光性可以被表示为其薄层电阻 $R$ 和光波长的函数,如通过针对薄膜的以下近似关系给出:

$$[0121] \quad T(\lambda) = \left(1 + \frac{188.5 \sigma_{op}(\lambda)}{R \sigma_{DC}}\right)^{-2}$$

[0122] 其中, $\sigma_{op}$ 和 $\sigma_{DC}$ 分别是材料的光学和DC传导性。在一些实施例中,表面嵌入到柔性透明衬底中的Ag纳米线网络可以具有与大约 $3.2 \Omega/\text{sq}$ 至大约 $0.2 \Omega/\text{sq}$ 一样低,或者甚至更低的薄层电阻。在其他的实施例中,适用于太阳能装置的透明的表面嵌入的装置组件可以达到大约85%(或更大)的太阳流量加权的透光率 $T_{\text{Solar}}$ ,以及与大约 $20 \Omega/\text{sq}$ (或以下)一样低的薄层电阻。在其他的实施例中,在 $\geq 85\%$ (例如,至少大约85%、至少大约90%、或者至少大约

95%以及达到大约97%、大约98%或更大)的太阳流量加权的透光率下,  $\leq 10 \Omega / \text{sq}$ 的薄层电阻可以用表面嵌入的结构来获得。将理解的是透光率可以相对于光学波长的其他范围来获得, 诸如在550nm的指定波长下的透光率, 人类视觉或光度权重的透光率(例如, 从大约350nm至大约700nm)、太阳流量权重的(solar-flux weighted)透光率、在指定波长或红外线范围的波长范围的透光率、以及在指定波长或紫外线范围的波长范围的透光率。也将理解的是透光率可以相对于衬底(如果存在)来测量(例如, 考虑到在具有表面嵌入添加剂的主体材料之下的下层衬底), 或者可以相对于空气(例如, 没有考虑下层衬底)来测量。除非本文中另有说明, 尽管当相对于空气测量时也考虑相似的透光率值(即使用某些更高的值), 透光率值相对于衬底(如果存在)来指定。对于一些实施例, 表面嵌入结构的DC对光学传导性之比可以是至少大约100, 至少大约115、至少大约300、至少大约400、或者至少大约500、以及达到大约600、达到大约800或者更大。

[0123] 某些表面嵌入的装置组件可以包括在如下的Ag纳米线添加剂: 在大约1nm至大约100nm、大约10nm至大约80nm、大约20nm至大约80nm、或者大约40nm至大约60nm范围的平均直径, 以及在大约50nm至大约1000 $\mu\text{m}$ 、大约50nm至大约500 $\mu\text{m}$ 、大约100nm至大约100 $\mu\text{m}$ 、大约500nm至大约50 $\mu\text{m}$ 、大约5 $\mu\text{m}$ 至大约50 $\mu\text{m}$ 、大约20 $\mu\text{m}$ 至大约150 $\mu\text{m}$ 、大约5 $\mu\text{m}$ 至大约35 $\mu\text{m}$ 、大约25 $\mu\text{m}$ 至大约80 $\mu\text{m}$ 、大约25 $\mu\text{m}$ 至大约50 $\mu\text{m}$ 、或大约25 $\mu\text{m}$ 至大约40 $\mu\text{m}$ 范围的平均长度。嵌入区的顶部可以位于主体材料的顶部的嵌入表面之下大约0.0001nm至大约100 $\mu\text{m}$ 的范围, 诸如在嵌入表面之下大约0.01nm至大约100 $\mu\text{m}$ 、在嵌入表面之下大约0.1nm至大约100 $\mu\text{m}$ 、在嵌入表面之下大约0.1nm至大约5 $\mu\text{m}$ 、在嵌入表面之下大约0.1nm至大约3 $\mu\text{m}$ 、在嵌入表面之下大约0.1nm至大约1 $\mu\text{m}$ 、在嵌入表面之下大约0.1nm至大约500nm。嵌入到主体材料中的纳米线可以从嵌入表面突出从大约0%的量并且达到大约90%、达到大约95%或达到大约99%的量。例如, 根据相对于纳米线的总量而暴露在嵌入表面之上的纳米线的量, 至少一种纳米线可以具有达到大约1%、达到大约5%、达到大约20%、达到大约50%、或达到大约75%或大约95%的暴露量的百分比(或全体纳米线可以具有以上的平均暴露量的百分比)。在大约85%或更大的透光率(例如, 太阳流量权重的透光率或在光学波长的另一个范围中测量的一种)的情况下, 薄层电阻可以不大于大约500  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约400  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约350  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约300  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约200  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约100  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约75  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约50  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约25  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约15  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约10  $\Omega / \text{sq}$ 、以及低至大约1  $\Omega / \text{sq}$ 或者大约0.1  $\Omega / \text{sq}$ , 或者更小。在大约90%或者更大的透光率的情况下, 薄层电阻可以不大于大约500  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约400  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约350  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约300  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约200  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约100  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约75  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约50  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约25  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约15  $\Omega / \text{sq}$ 、不大于大约10  $\Omega / \text{sq}$   $\Omega / \text{sq}$ 、以及低至大约1  $\Omega / \text{sq}$ 或者更小。在一些实施例中, 主体材料与具有表面嵌入纳米线的衬底相对应, 并且主体材料可以是透明的或不透明的, 可以是柔性的或刚性的, 并且可以由例如聚合物、离聚物、EVA、TPO、TPU、PVB、PE、PET、PETG、聚碳酸酯、PVC、PP、基于丙烯酸类的聚合物、ABS、陶瓷、玻璃、或它们的任意组合组成。在其他的实施例中, 衬底可以是透明的或不透明的, 可以是柔性的或刚性的, 并且可以由例如聚合物、离聚物、EVA、TPO、TPU、PVB、PE、PET、PETG、聚碳酸酯、PVC、PP、基于丙烯酸类的聚合物、ABS、陶瓷、玻璃、或者它们的任意组合组成, 其中, 衬底用导电材料、绝缘体、或半导体(例如, 以上列举的掺杂的金属氧化物或导电聚合物)来涂覆, 以及用嵌入

在涂层中的纳米线来涂覆。

[0124] 某些表面嵌入的装置组件可以包括如下的MWCNT和SWCNT中的一种或两种的添加剂：平均外径在大约1nm至大约100nm、大约1nm至大约10nm、大约10nm至大约50nm、大约10nm至大约80nm、大约20nm至大约80nm、或者大约40nm至大约60nm的范围；平均长度在大约50nm至大约100 $\mu$ m、大约100nm至大约100 $\mu$ m、大约500nm至大约50 $\mu$ m、大约5 $\mu$ m至大约50 $\mu$ m、大约5 $\mu$ m至大约35 $\mu$ m、大约25 $\mu$ m至大约80 $\mu$ m、大约25 $\mu$ m至大约50 $\mu$ m、或者大约25 $\mu$ m至大约40 $\mu$ m的范围。嵌入区的顶部可以位于主体材料的顶部的嵌入表面之下大约0.01nm至大约100 $\mu$ m，诸如在嵌入表面之下大约0.1nm至大约100 $\mu$ m、在嵌入表面之下大约0.1nm至大约5 $\mu$ m、在嵌入表面之下大约0.1nm至大约3 $\mu$ m、在嵌入表面之下大约0.1nm至大约1 $\mu$ m、或者在嵌入表面之下大约0.1nm至大约500nm。嵌入在主体材料中的纳米管可以从嵌入表面突出大约0%的量并达到大约90%、达到大约95%、或者达到大约99%的量。例如，根据相对于纳米管的总量（体积，volume）而暴露在嵌入表面之上的纳米管的量（例如，相对于纳米管的外径所限定的），至少一种纳米管可以具有达到大约1%、达到大约5%、达到大约20%、达到大约50%或达到大约75%或大约95%的暴露量的百分比（或者大量纳米管可以具有平均暴露量的百分比）。在大约85%或更大的透光率（例如，太阳流量权重的透光率或者在光波长的另一范围测量的一种透光率）的情况下，薄层电阻可以不大于大约500  $\Omega$ /sq、不大于大约400  $\Omega$ /sq、不大于大约350  $\Omega$ /sq、不大于大约300  $\Omega$ /sq、不大于大约200  $\Omega$ /sq、不大于大约100  $\Omega$ /sq、不大于大约75  $\Omega$ /sq、不大于大约50  $\Omega$ /sq、不大于大约25  $\Omega$ /sq、不大于大约15  $\Omega$ /sq、不大于大约10  $\Omega$ /sq、以及低至大约1  $\Omega$ /sq或更小。在大约90%或者更大的透光率的情况下，薄层电阻可以不大于大约500  $\Omega$ /sq、不大于大约400  $\Omega$ /sq、不大于大约350  $\Omega$ /sq、不大于大约300  $\Omega$ /sq、不大于大约200  $\Omega$ /sq、不大于大约100  $\Omega$ /sq、不大于大约75  $\Omega$ /sq、不大于大约50  $\Omega$ /sq、不大于大约25  $\Omega$ /sq、不大于大约15  $\Omega$ /sq、不大于大约10  $\Omega$ /sq、以及低至大约1  $\Omega$ /sq或大约0.1  $\Omega$ /sq、或者更小。在一些实施例中，主体材料与具有表面嵌入纳米管的衬底相对应，并且主体材料可以是透明的或不透明的，可以是柔性的或刚性的，并且可以由例如聚合物、离聚物、EVA、TPO、TPU、PVB、PE、PET、PETG、聚碳酸酯、PVC、PP、PMMA、玻璃、聚酰亚胺、环氧基树脂、基于丙烯酸类的聚合物、ABS、陶瓷、玻璃、或它们的任意组合组成。在其他的实施例中，衬底可以是透明的或不透明的，可以是柔性的或刚性的，并且可以由例如聚合物、离聚物、EVA、TPO、TPU、PVB、PE、PET、PETG、聚碳酸酯、PVC、PP、基于丙烯酸类的聚合物、ABS、陶瓷、玻璃、或者它们的组合组成，其中，衬底用导电材料、绝缘体、或半导体（例如，以上列举的掺杂的金属氧化物或导电聚合物）来涂覆，并且用嵌入在涂层中的纳米线来涂覆。

[0125] 针对表面嵌入装置组件获得的数据揭示出乎意料的发现。例如，之前推测出浅薄地（表面地）沉积在表面的顶部上的添加剂可以产生比物理地嵌入在主体材料中的添加剂更大的导电性，由于主体材料（其是绝缘体）被推测成抑制添加剂的导电性能。然而，并且出乎意料地，对于表面嵌入结构观察到改善的导电性，支持通过将添加剂嵌入在主体材料内施加的有利的结形成和网络-本体转换的概念。

#### [0126] 包括表面嵌入添加剂的装置

[0127] 本文描述的表面嵌入的装置组件可以被合并各种装置中，包括太阳能装置、太阳能玻璃、低铁玻璃、智能窗、显示器、有机发光二极管（OLED）、建筑玻璃、航空器挡风玻璃、电致变色装置、多变色装置、以及其他的电子和光电装置。

[0128] 在一些实施例中,表面嵌入的装置组件可以被合并到太阳能装置中。在太阳能装置的操作期间,阳光通过光敏材料吸收,以产生电子-空穴对形式的电荷载体。电子经由一个电极离开光敏材料,同时空穴经由另一个电极离开光敏材料。净效应是经由通过入射阳光驱动的太阳能装置的电流的流动,电流可以被传递到外部负载以执行有用的工作。太阳能装置包括:单结太阳能电池、多结或串联太阳能电池、薄膜太阳能电池、染料敏化太阳能电池、激子太阳能电池、量子点太阳能电池以及本体异质结太阳能电池。在这些太阳能装置中利用的光敏材料可以有机的、无机的、复合的、混合的、或者它们的组合。太阳能电池的实例包括:基于单晶硅、多晶硅、微晶硅、纳米晶硅、非晶硅、薄膜硅的材料;单晶体;多晶体;微晶体;纳米晶体;以及其他半导体材料(诸如锗、砷化镓、铜铟镓硒化物(或CIGS)、铜铟硒化物、碲化镉(或CdTe)、以及镓铟磷化物)的薄膜形式;聚合物(例如,导电或半导体聚合物);双连续的聚合物-富勒烯复合物;薄膜光敏材料;以及它们的组合。

[0129] 图6说明根据本发明的一个实施例的太阳能装置600。太阳能装置600包括由一组光敏材料形成的并且被设置在一组前器件层和一组后器件层之间的光敏层610。在某些情况下,各种层从前薄片(玻璃)上建立,在这种情况下前薄片可以被描述为覆盖层(superstrate)。尽管各种器件层如以下所说明和解释的,但是应当理解的是根据其他的实施例,这些器件层中的某些可以被省略、组合、进一步地细分、或重新排序,并且可以包括额外的器件层。

[0130] 参见图6,前器件层包括:(1)前覆盖层(cover,覆盖物)602,所述前覆盖层602由玻璃(或另一种陶瓷)、含氟聚合物(例如,聚四氟乙烯(或PTFE)、聚偏氟乙烯(或PVDF)、氟化乙烯丙烯(或FEP)、或者乙烯四氟乙烯(ETFE))、对入射阳光基本透明的另一种适合的材料、或者它们的任意组合形成;(2)封装层604,所述封装层604与前覆盖层602相邻,并且被实施为阻挡薄膜,所述阻挡薄膜由乙烯醋酸乙烯酯(或EVA)(例如,可用作DuPont™**Elvax**®)、聚乙烯醇缩丁醛(或PVB)(例如,可用作DuPont™**Butacite**®),聚乙烯醇(或PVA)、硅树脂、聚硅氧烷、离聚物(例如,可用作**SentryGlas**®)、基于丙烯酸的聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯(或PMMA)、TPU、TPO、其他适用的封装材料,或者它们的组合形成;(3)一组母线(bus bar)或金属(metallizations)618,所述一组母线或金属618至少部分地由封装层604覆盖并且经由封装层604延伸,以及由金属(例如,n型Ag、Ag墨或Ag浆)、金属合金、另一种适用的导电材料、或者它们的任意组合形成;(4)抗反射涂层606(或ARC),所述抗反射涂层606(或ARC)与封装层604相邻;以及(5)前电极608,所述前电极608被设置在抗反射涂层606与光敏层610之间,并且由掺杂的金属氧化物(例如,铟锡氧化物)、对入射阳光基本透明的另一种适用的导电材料、或者它们的任意组合形成。

[0131] 后器件层包括:(1)衬底614,所述衬底614由硅、聚酰亚胺(例如,可用作DuPont™**Kapton**®的聚(4,4'-氧基二苯撑-均苯四甲酰亚胺))、聚萘二甲酸乙二酯(或PEN)(例如,可用作**Teonex**®)、聚酯(例如,可用作**Melinex**®ST聚酯)、玻璃、铝、不锈钢、其他适用的衬底材料、或者它们的任意组合形成;(2)后电极612,所述后电极612被设置在光敏层610与衬底614之间,并且由金属、金属合金、其他适用的导电材料、或者它们的任意组合形成;(3)封装层616,所述封装层616与衬底614相邻,并且被实施为阻挡薄膜,所述阻挡薄膜由乙烯醋酸乙烯酯(或EVA)(例如,可用作DuPont™**Elvax**®)、聚乙烯醇缩丁醛(或PVB)(例如,可用作

DuPont™ **Butacite**®), 聚乙烯醇(或PVA)、硅树脂、聚硅氧烷、离聚物(例如,可用作**SentryGlas**®)、基于丙烯酸的聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯(或PMMA)、TPO、TPU、其他适用的封装材料,或者它们的任意组合形成;以及(4)后覆盖层620,所述后覆盖层620由玻璃(或另一种陶瓷)、含氟聚合物(例如,聚氟乙烯(或PVF))、聚酯(例如,可用作**Mylar**®、**Melinex**®以及**Teijin**®**Tetoron**®)的双轴-取向的聚对苯二甲酸乙二醇酯(或PET))、另一种适用的材料、或者它们的任意组合形成。设想前器件层和后器件层的各种其他组合和排序。在一些实施例中,例如,后覆盖层620可以用作衬底,在其顶部上设置有其他器件层,诸如一组母线或其他的金属和封装层。

[0132] 一般地,太阳能装置600的器件层中的任意一个或更多个可以被实施为本文描述的表面嵌入的装置组件,诸如如图1D至图1I以及图2A至图2H中所示的。

[0133] 封装层604和616的目的是为太阳能装置600提供结构支撑、电隔离、物理隔离、热导以及阻挡属性。在一些实施例中,封装层604和616中的任何一个或两个都可以包括表面嵌入的添加剂,以赋予另外的或增强的功能性,诸如导电性、热导性、光谱偏移以及吸收增强。也设想封装层604和616中的任何一个或两个都可以包括采用另一种适用的方式(诸如经由添加剂的自体结合)加入的添加剂,以赋予导电性或其他期望的功能性。

[0134] 例如,面向太阳的封装层604可以用下偏移磷光体来表面嵌入,并且封装层616可以用上偏移磷光体来表面嵌入,产生调节从红外线范围至可见光范围以及从紫外线范围至可见光范围的入射辐射光谱的太阳能装置600。代替可见光范围,入射辐射光谱可以被调节成与光敏层610的带隙能量相匹配的波长的另一种适合的范围。

[0135] 可替代地,或者相结合地,封装层604和616中的任何一个或两个都可以用导电添加剂来表面嵌入。这种导电封装层604和616可以结合前电极608和后电极612来操作,或者可以完全替换前电极608和后电极612,使得单独的或专用的电极可以从太阳能装置600中省略。

[0136] 导电添加剂(被表面嵌入在封装层604和616或者太阳能装置600的另一组器件层中)可以与光敏层610电接触,或者以其他方式与光敏层610电连接。在一些实施例中,光敏层610可以包括缓冲层,并且导电添加剂可以与光敏层610的缓冲层电接触,或者以其他方式与光敏层610的缓冲层电连接。缓冲层(也可以被称作为抗分流(anti-shunting)层或分流电阻层)可以用作增加或以其他方式修改太阳能装置的分流电阻,诸如具有在大约 $500 \Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下的分流电阻。低分流电阻有时可以因为物理缺陷(例如,光敏材料的省略)、高导电区域的差生长材料、或者它们的组合而发生。低分流电阻有时可以导致高暗电流(dark current),以及因而低填充因子(fill factor)和低开路电压。缓冲层可以被实施为薄绝缘或阻变层,以阻止在不期望方向的电流的泄漏。当太阳能装置照明时,产生的所得电压可以足以经由缓冲层打开电荷载体的通道,串联电阻具有小的或适度的增加。缓冲层的实例包括:在CIGS和CdTe太阳能装置中的CdS层、位于在CIGS太阳能装置中的CdS层与ZnO:Al层之间的ZnO(i)层、以及在CdTe太阳能装置中的ZnO(i)层和SnO<sub>2</sub>层。ZnO(i)层的其他目的包括:在ZnO:Al层的沉积期间抵抗溅射破坏。缓冲层的另外实例包括:在防止表面载体重组的硅太阳能电池中的SiO<sub>2</sub>或Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>钝化层。在物理缺陷的情况下,诸如以纳米线形式的添加剂可以克服那些缺陷。添加剂也可以与透明的金属氧化物层或提供功函数匹配的另一种



导电层电接触或以其他方式电连接。也设想缓冲层可以被实施为相对于光敏层610的单独层,并且导电添加剂可以与这种单独的缓冲层电接触或以其他方式电连接。

[0137] 可替代地,或结合地,封装层604和616中的任何一个或两个都可以用添加剂来表面嵌入,以提供抗UV性或另外地提供保护防止光解、热降解、光化降解、或光热降解。在380nm之下的波长的光可以产生自由基,诸如氢过氧化物和过氧化氢,其在氧存在的情况下可以导致聚合物链的交联或切断。小分子、双碳-碳键、变色、黄化、褐化、透光率损失、从光热降解中气体的产生、从衬底上封装材料的分层、在太阳能模块中相邻的太阳能电池的不匹配,以及在系统功率输出中的损耗可以由自由基的产生引起。在一些实施例中,封装层604和616中的任何一个或两个都可以用UV吸收剂(例如,可以获自Cyasorb UV531™的2-羟基-4-正辛氧基二苯甲酮)、UV光稳定剂(例如,可以获自Tinivin770的苯甲酮和二(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)癸二酸酯)、抗氧化剂(例如,用作Nugard P的三(单壬基苯基)亚磷酸盐)、或者它们的任意组合来表面嵌入。添加剂(诸如UV稳定剂)在与封装层604的面对太阳的或顶部的表面相邻的嵌入区内的位置,允许在经由封装层604的本体传送有害的UV辐射之前基本达到UV稳定性,将增强的UV稳定性提供给封装层604以及在封装层604之下的器件层。在一些实施例中,下偏移磷光体的表面嵌入可以在经由太阳能装置600的各种层传送之前,通过将辐射从紫外线范围转换成可见光范围来提供这种UV稳定性功能。

[0138] 其他类型的添加剂可以被表面嵌入到封装层604和616(或者封装层604和616的基础共聚物(base copolymer)或其他的前体)中的任何一个或两个中,诸如交联促进剂(例如,有机过氧化物)、引发剂、引物以及固化剂(例如,可用作Lupersol TBEC的00-叔丁基-0-(2-乙基己基)单过氧碳酸酯),以促进封装层604和616的固化或其他处理。干燥剂可以被表面嵌入以提供改善的湿气阻挡特性,并且陶瓷或其他类型的材料可以被表面嵌入以提供改善的氧阻挡特性。由导电材料或半导体形成的添加剂也可以被表面嵌入以调整功函数或更加有效地均匀地分布热通过太阳能装置600。另外,添加剂可以被表面嵌入并且位于在与光敏层610相邻并面对光敏层610的嵌入区内,以引起光敏层610对期望波长范围的光的吸收,诸如通过散射、等离子体振子以及极化声子效应中的一种或更多种。适用的引起吸收的添加剂的实例包括:Ag纳米颗粒,封装在半导体中的Ag纳米颗粒(例如,具有银芯和硅壳的芯-壳纳米颗粒)、封装在绝缘体中的Ag纳米颗粒(例如,具有银芯和绝缘体壳的芯-壳纳米颗粒)、Ag纳米线、封装在半导体中的Ag纳米线(例如,具有银芯和硅壳的芯-壳纳米线)、封装在绝缘体中的Ag纳米线(例如,具有银芯和绝缘体壳的芯-壳纳米线)、其他金属的纳米颗粒、其他金属的纳米线、多孔纳米颗粒、多孔纳米线、纳米多孔材料、纳米多孔玻璃(或其他的陶瓷)、纳米多孔半导体等。

[0139] 太阳能装置600的其他器件层可以用添加剂来表面嵌入,来替换封装层604和616,或者与封装层604和616组合,并且针对封装层604和616的之前讨论对于其他的器件层也适用。在一些实施例中,前覆盖层602和后覆盖层620中的任何一个或两个都可以包括表面嵌入的添加剂以赋予诸如导电性、导热性、光谱偏移以及吸收增强的另外的或增强的功能性。例如,前覆盖层602可以用下偏移磷光体来表面嵌入,以调节入射辐射光谱或者提供UV稳定性功能。作为另一个实例,衬底614可以用导电添加剂来表面嵌入,并且可以结合或替代后电极612来操作。

[0140] 通过表面嵌入添加剂的结合(或加入),太阳能装置600可以以改进的太阳能功率

转换效率来操作,改进的太阳能功率转换效率可以表达为 $V_{OC} \times J_{SC} \times FF / P_{AM1.5}$ ,其中, $V_{OC}$ 与开路电压相对应, $J_{SC}$ 与短路电流相对应,FF是填充因子,以及 $P_{AM1.5}$ 是来自AM1.5太阳能光谱中每单位面积的入射光功率。通过将改进的导电性赋予太阳能装置600的一个或更多个层,可以通过增加填充因子和 $J_{SC}$ 来提高太阳能功率转换效率。通过将改进的透明度提供给太阳能装置600的一个或更多个层,可以通过增加 $J_{SC}$ 来提高太阳能功率转换效率。通过赋予经由引起吸收的添加剂的结合的改进的吸收,可以通过增加 $J_{SC}$ 来提高太阳能功率转换效率。并且,通过提供经由光谱偏移添加剂的结合的太阳光谱的加强利用,太阳能功率转换效率可以通过增加 $J_{SC}$ 来提高。下偏移可以用于某些薄膜太阳能装置,诸如利用可以吸收蓝光的CdS缓冲层的GIGS和CdTe太阳能装置。在这种装置中,下偏移可以减小或防止CdS层引起不希望的吸收,由此通过允许可以增加分流电阻的更厚的CdS层,来直接导致 $J_{SC}$ 增加以及间接改善填充因子和 $V_{OC}$ 。在一些实施例中,太阳能功率转换效率可以至少大约10%,诸如至少大约12%、至少大约15%、至少大约18%、至少大约20%、或者至少大约25%、以及达到大约30%、达到大约40%、达到大约50%、或者更大。

[0141] 图7说明根据本发明的另一个实施例的太阳能装置700。太阳能装置700的某些方面可以采用与以上针对太阳能装置600解释的相似方式来实现,并且以下不需要重复那些方面。此外,尽管各种器件层如下说明和解释,但是应当理解的是根据其他的实施例,这些器件层的某些可以省略、组合、进一步细分或重排序,并且可以包括额外的器件层。

[0142] 如图7中所示,太阳能装置700是多结太阳能电池,包括分别具有不同带隙能量(即 $E_{g1}$ 和 $E_{g2}$ ,并且其中, $E_{g1} > E_{g2}$ )的多个光敏层708和716。尽管图7中示出两个光敏层708和716,但是设想可以在太阳能装置700中包括三个或更多个光敏层。光敏层708被设置在电极对706和710之间,并且光敏层716被设置在电极对714和718之间。在所示的实施例中,太阳能装置700包括多个封装层704、712以及720,封装层704被设置在前覆盖层702与电极706之间,封装层712被设置在电极710与714之间,以及封装层720被设置在电极718和后覆盖层722之间。

[0143] 一般地,太阳能装置700的器件层中的任何一个或更多个可以被实施为本文所描述的表面嵌入的装置组件,诸如图1D至图1I以及图2A至图2H中所示的。

[0144] 在一些实施例中,封装层704、712以及720中的一个或更多个可以包括表面嵌入的添加剂,以赋予诸如导电性、导热性、光谱偏移以及吸收增强的功能性。也设想添加剂可以采用另一种适合的方式来结合,诸如经由添加剂的自体结合来赋予导电性或其他期望的功能性。

[0145] 例如,封装层704可以用相对于 $E_{g1}$ 执行下偏移的磷光体来表面嵌入,封装层712可以用相对于 $E_{g2}$ 执行下偏移的另一种磷光体来表面嵌入,以及封装层720可以用相对于 $E_{g1}$ 或 $E_{g2}$ 执行上偏移的另一种磷光体来执行表面嵌入。在太阳能装置700的操作期间,入射太阳能辐射冲击执行更高能量辐射的下偏移以匹配光敏层708的 $E_{g1}$ 的封装层704。具有低于 $E_{g1}$ 的能量的太阳能辐射通过光敏层708,并且冲击执行更高能量辐射的下偏移以匹配光敏层716的 $E_{g2}$ 的封装层712。具有低于 $E_{g2}$ 的能量的太阳能辐射通过光敏层716,并且冲击执行上偏移以匹配 $E_{g1}$ 或 $E_{g2}$ 的封装层720。通过以这种方式来操作,太阳能装置700提供了太阳能光谱的增强利用,通过在太阳能光谱内允许不同的能带,以有效地采集太阳能并转换成电能。

[0146] 图8说明根据本发明的另一个实施例的太阳能装置800。太阳能装置800的某些方

面可以采用以上针对太阳能装置600和700解释的相似方式来实现,并且以下不需要重复那些方面。此外,尽管各种器件层如下说明和解释,但是应当理解的是根据其他的实施例,这些器件层中的某些可以省略、组合、进一步细分或者重新排序,并且可以包括额外的器件层。

[0147] 如图8中所示,太阳能装置800包括光伏电池802,所述光伏电池802是由结晶硅或其他适用的光敏材料来形成的p-n结器件。太阳能装置800也包括发光太阳能会聚器(或LSC,发光太阳能聚光器)804,所述发光太阳能会聚器(或LSC)804被形成为与光伏电池802相邻并且光学连接的波导平板。尽管在图8中示出单个光伏电池802,但是设想多个光伏电池可以包括在LSC804的各种边缘。LSC804包括被设置在前覆盖层806与后覆盖层810之间的封装层808(或其他的夹层)。

[0148] 一般地,LSC804的器件层中的任何一个或更多个可以被实施为本文描述的表面嵌入的装置组件,诸如在图1D至图1I以及图2A至图2H中所示的那些。在所示的实施例中,封装层808用一组磷光体表面嵌入。在一些实施例中,磷光体可以被表面嵌入并且位于与封装层808的面对太阳的表面或顶表面相邻的嵌入区内,尽管对于其他的实施例可以改变磷光体的位置。在太阳能装置800的操作期间,LSC804用表面嵌入的磷光体来捕获穿过宽范围角度的入射光的太阳光谱,并且磷光体以不同的波长(或不同范围的波长)在封装层808内发射光,以及结合全内发射,将被引导到封装层808的边缘的光会聚。在吸收光与发射光之间的能差减小通过磷光体的自我吸收的情况。以这种方式,LSC804可以在不需要太阳跟踪的情况下实现高的光学会聚。所得的发射光密度可以将阳光会聚大约5或更大的因子,诸如至少大约10、至少大约20、或至少大约30、以及达到大约40或更大的因子,并且当直接入射到光伏电池802时,LSC804可以增加太阳能功率转换效率大约2至大约10(或更大)的范围的因子。

[0149] 表面嵌入允许磷光体被控制地嵌入在聚合物或者另一种封装(encapsulant)材料的表面中,具有高均匀性,并且具有小的结块或者没有结块,结块可以导致发射的自我淬灭,且因此减小的量子效率。此外,表面嵌入处理了分层和无效的问题以及由光吸收导致的其他损耗的问题。直接掩埋在聚合物的表面中或者另一种封装材料的表面中的嵌入的磷光体物质,可以将入射光基本上立即转换在界面上,形成用于波长转换的太阳能装置的高效配置。

[0150] 在其他的实施例中,本文描述的表面嵌入的装置组件可以被合并到智能窗中。图9说明根据本发明的一个实施例的智能窗900。智能窗900的某些方面可以采用如以上针对太阳能装置600、700以及800所解释的相似方式来实现,并且以下不需要重复那些方面。此外,尽管各种器件层如下说明和解释,但是应当理解的是根据其他的实施例,这些器件层中的某些可以省略、组合、进一步细分或者重新排序,并且可以包括额外的器件层。

[0151] 如图9中所示,智能窗900包括前覆盖层902和后覆盖层906,在所述前覆盖层902和后覆盖层906之间是控制光经由智能窗900的通道封装层904(或其他的夹层)。一般地,智能窗900的器件层中的任何一个或更多个可以被实施为本文所描述的表面嵌入的装置组件,诸如在图1D至图1I以及图2A至图2H中所示的。在所示的实施例中,尽管对于其他的实施例添加剂的位置和类型可以改变,封装层904可以用一组添加剂来表面嵌入,诸如如图2H中所示的方式。例如,封装层904可以用电致变色的添加剂来表面嵌入。当施加电场时,电致变

色的添加剂通过经受颜色改变或色调改变而响应。当电场不存在时,电致变色的添加剂可以返回到其初始颜色或色调。以这种方式,智能窗900可以呈现出透明或半透明。多变色添加剂的其他类型可以用作代替电致变色的添加剂或与电致变色的添加剂结合。可替代地,或结合,封装层904可以用导电添加剂来表面嵌入,以用作可以施加电场的电极。

[0152] 在其他的实施例中,本文描述的表面嵌入的装置组件可以被合并显示装置中,诸如平板显示器、液晶显示器(“LCD”)、等离子显示器、OLED显示器、电子纸、量子点显示器以及柔性显示器。图10说明根据本发明的一个实施例的LCD1000。LCD1000的某些方面可以采用如以上针对太阳能装置600、700以及800和智能窗900的解释相似的方式来实施,并且以下不需要重复那些方面。此外,尽管各种器件层如下说明和解释,但是应当理解的是根据其他的实施例,这些器件层中的某些可以省略、组合、进一步细分或者重新排序,并且可以包括额外的器件层。

[0153] 如图10中所示,LCD1000是发光二极管(“LED”)–背光LCD,并且包括LED1002阵列,所述LED1002阵列与背光模块1006相邻并且光学连接,背光模块与LCD模块1004相邻并且光学连接。背光模块1006包括前覆盖层1008和后覆盖层1012,其间是封装层1010(或其他的夹层)。一般地,背光模块1006的器件层中的任何一个或更多可以被实施为本文描述的表面嵌入的装置组件,诸如在图1D至图1I以及图2A至图2H中所示的那些。在所示的实施例中,LED1002发射特定颜色的光,诸如蓝色光,并且背光模块1006包括吸收蓝光并且发射不同颜色的光(诸如红色光和绿色光)的一组表面嵌入的磷光体。在一些实施例中,尽管对于其他的实施例磷光体的位置可以改变,但是磷光体也可以被表面嵌入并且位于与面对LED1002的封装层1010的边缘相邻的嵌入区内部。通过LED1002发射的蓝光和通过在背光模块1006内的磷光体发射的红光和绿光的组合呈现出“白色”光,通过背光模块1006直接朝向LCD模块1004。除了磷光体以外,扩散器可以被表面嵌入、本体结合或者以其他方式包括在封装层1010内,以将光朝向LCD模块1004散布开或者以其他方式散射。可替代地,或结合,这种扩散器可以被表面嵌入,本体结合,或者以其他方式包括在前覆盖层1008和后覆盖层1012中的任何一个内或两个内。适合的扩散器的实例包括由陶瓷(例如,二氧化钛或二氧化硅)、金属(例如,银)或者另一种适合的材料形成的纳米尺寸的粒子或微米尺寸的粒子。

[0154] 图12是根据本发明的一个实施例,表示不同类型的接触传感器(或触摸传感器)和显示器的一些电子装置结构的示意图。在这些示意图中,ITO电极(被图案化和/或未被图案化)被沉积在硬涂层、薄膜和/或玻璃上。在存在与ITO电极相邻的OCA的所有情况下,而不是利用被沉积在硬涂层、薄膜和/或玻璃上的ITO(被图案化和/或未被图案化),电极可以被表面嵌入在OCA中。图12的装置的某些方面可以采用与如上解释的相似方式来实施,并且不需要重复那些方面。此外,尽管说明了各种器件层,但是应当理解的是根据其他的实施例,这些器件层中的某些可以省略、组合、进一步细分或者重新排序,并且可以包括额外的器件层。

#### [0155] 表面嵌入的装置组件的制造方法

[0156] 本文公开了制造方法以采用高可扩展的、快速的以及低成本的方式来形成表面嵌入的装置组件,其中添加剂被持久地并且表面嵌入到多种主体材料中,将添加剂牢固地插入到主体材料中。

[0157] 制造方法的一些实施例一般可以被分成两类:(1)将添加剂表面嵌入到干组合物

中以产生具有表面嵌入添加剂的主体材料；以及(2)将添加剂表面嵌入到湿组合物中以产生具有表面嵌入添加剂的主体材料。将理解的是这种划分是为了表示简单，并且“干”和“湿”可以被视为相对术语(例如，改变干或湿的程度)，并且制造方法可以应用到跨越在完全“干”与完全“湿”之间的连续区。因此，参照一类(例如，干组合物)描述的处理条件和材料也可以参照另一类(例如，湿组合物)来施加，反之亦然。也将理解的是可以设想两类混合或组合，诸如将湿组合物变干，或者以其他方式转换成干组合物，接着添加剂到干组合物的表面嵌入，以产生具有表面嵌入添加剂的主体材料。还将理解的是，尽管“干”和“湿”有时可以涉及水含量的水平或溶剂含量的水平，但是“干”和“湿”在其他的情况下也涉及组合物的另一种特性，诸如交联或聚合的程度。

[0158] 有利地，制造方法的一些实施例可以在温度和压力的适度条件(例如，室温和压力条件)下执行，并且采用辊到辊(roll-to-roll，卷对卷)方式来实施，由此促进在装置制造线上的集成。此外，制造方法的一些实施例可以应用到聚合物挤出制造场合。例如并且通过预览，银纳米线(或其他类型的添加剂)可以被悬浮在嵌入流体中，并且可以被喷射到挤出物上，其中，嵌入流体促进银纳米线嵌入到挤出物中。在存在嵌入流体的情况下，挤出物可以是热的、熔化的、柔软的、或者允许银纳米线嵌入的另外状态。所得的纳米线嵌入的挤出物可以通过共挤压(co-extrusion)与另一个挤出物(具有嵌入的添加剂或者不具有嵌入的添加剂)组合，其中，两种或更多种材料经由具有两个或更多个模孔的冲模而被挤出，使得挤出物在冷却之前以层状结构混合并且焊接在一起。材料可以从单独的挤出物提供到冲模。共挤压具有如下优点：例如在用于太阳能装置的封装层的情况下，太阳能装置的封装层与具有各个或不同的功能性的多个层合并，这些功能诸如对氧、二氧化碳以及水蒸汽的渗透性、导电性、导热性以及光谱偏移等。

[0159] 首先注意到图5A和图5B，图5A和图5B说明根据本发明的实施例，用于将添加剂表面嵌入到干组合物中的制造方法。

[0160] 作为概览，所说明的实施例包括嵌入流体的应用，以允许添加剂被嵌入到干组合物中，诸如包括聚合物、陶瓷、陶瓷前体、或者它们的组合的干组合物。一般地，嵌入的流体用作可逆地改变干组合物的状态，诸如通过溶解、反应、软化、溶剂化、膨胀、或者它们的任意组合，由此促进添加剂嵌入到干组合物中。例如，嵌入流体可以被特别配置，以用作聚合物的有效溶剂，同时也可能被用稳定剂(例如，分散剂)修改，以帮助将添加剂悬浮到嵌入流体中。嵌入流体也可以被特别配置以减小或消除具有溶剂/聚合物反应的问题，诸如雾化、开裂以及雾浊。嵌入流体可以包括被优化成低成本、不含挥发性有机化合物(“VOC”)、不含VOC或低VOC、不含有害空气污染物(“HAP”)、不消耗臭氧的物质(“non-ODS”)、低挥发性或不挥发的、以及低危害或无危害的溶剂或溶剂混合物。作为另一个实例，干组合物可以包括以胶体或半固体形式的陶瓷或陶瓷前体，并且嵌入流体的应用可以通过用流体来填充小孔、通过部分地未冷凝的低聚物或聚合链的伸长、或者两种方式而使胶体膨胀。作为另一个实例，干组合物可以包括以离子聚合物形式的陶瓷或陶瓷前体，诸如硅酸钠或另一种碱金属硅酸盐，并且嵌入流体的应用可以将离子聚合物的至少一部分溶解，以允许添加剂的嵌入。在添加剂的嵌入之后接着是在软化或膨胀的化合物的状态下的硬化或其他改变，导致具有嵌入其中的添加剂的主体材料。例如，软化或膨胀的组合物可以通过暴露到环境条件，或者通过将软化或膨胀的组合物冷却而被硬化。在其他的实施例中，软化的或膨胀的组合物通

过蒸发或以其他方式去除嵌入流体的至少一部分(或存在的其他的流体或液相)、施加空气流动、或它们的任意组合来被硬化。在陶瓷前体的情况下,固化可以在嵌入之后执行,使得陶瓷前体转换成玻璃。可以根据具体的应用省略固化。根据具体的陶瓷前体(例如,硅烷),可以包括或多或少的热,以实现各种程度的固化或转换成完全反应的或完全形成的玻璃。

[0161] 在一些实施例中,表面嵌入的作用机理可以被分成不同的阶段,来帮助概念化并且为了便于陈述。然而,这些阶段可以组合或者可以大体同时发生。这些阶段包括:(1)嵌入流体与表面(这里,例如,聚合物的表面)反应,(b)添加剂渗入表面,以及(c)嵌入流体离开表面。应当理解的是对于其他的实施例,作用机理可以不同。

[0162] 在阶段(a)并且随着嵌入流体影响表面,干组合物的聚合物链解开并且向上和在表面之上延伸,以及由于松开聚合物链的膨胀和溶解的组合而占据更大的容量。膨胀的聚合物的区域在干组合物的原始表面之上和之下延伸。这种效应在数秒或更短的时间跨度发生,考虑到典型的溶剂/聚合物溶解程序根据小时和天来执行,这种效应是出于意料地快。聚合物的表面具有低分子量链、链端的更高浓度,并且与本体相比具有高的表面能量功能性,其可以增加在表面上的膨胀或溶解率。

[0163] 在阶段(b)并且一旦聚合物表面已经被膨胀,通过嵌入流体和添加剂的冲量(或通过到添加剂或嵌入流体的其他施加速率),并且通过作为嵌入流体影响表面的扩散/混合工艺而将添加剂施加到在聚合物链之间的区域中。在一些实施例中,嵌入可以在没有嵌入流体和添加剂的冲量的情况下实现。可以影响这种膨胀/分散工艺的另一个因素是冲击能量,如果添加剂冲击表面,则以在高位置区中冲量传送可以影响能量输入到表面中,其可以加热表面以增加聚合物的溶解性,由此促进添加剂牢固嵌入、表面浸渍或者部分沉没到聚合物中。

[0164] 在阶段(c)并且随着嵌入流体蒸发或以其他方式去除,聚合物链彼此重新形成并且包围添加剂。在原始表面之上延伸并且超过原始表面的聚合物链可以捕获并且吸收添加剂,以及将它们推入表面中,使得它们牢固地并且持久地嵌入其中。由于嵌入的添加剂的结构化扰动可以较小,并且所得的主体材料和它的嵌入添加剂可以基本保留它们的原始特性,诸如光学透光性和表面形态。

[0165] 参见图5A,干组合物500可以采用薄片、薄膜或其他适用的形式来提供。干组合物500可以与主体材料相对应,并且具体地,可以包括之前所列的作为适合的主体材料的任何材料,诸如聚合物、陶瓷、或者它们的任意组合。也设想干组合物500可以与主体材料前体相对应,所述主体材料前体可以通过适合的处理(诸如干燥、固化、交联、聚合、或者它们的任意组合)而被转换成主体材料。在一些实施例中,干组合物500可以包括具有固相以及液相的材料,或者可以包括至少部分固体或具有类似于固体的属性,诸如,半固体、胶体等的材料。接着,参见图5A,添加剂502和嵌入流体504被施加到干组合物500。添加剂502可以在溶液中,或者以其他方式分散在嵌入流体504中,并且可以通过一步嵌入而同时施加到干组合物500。可替代地,添加剂502可以在嵌入流体504处理干组合物500之前、期间、或之后,单独施加到干组合物500。添加剂502的单独应用可以被称作为二步嵌入。随后,所得的主体材料506具有部分地或完全地嵌入到主体材料506的表面中的至少一些添加剂502。可选地,可以执行适用的处理以将软化的或膨胀的化合物500转换到主体材料506中。在器件装配期间,

具有嵌入添加剂502的主体材料506可以被层压到或者以其他方式连接于相邻的器件层,或者可以用作衬底,在该衬底上形成、层压、或以其他方式施加相邻器件层。

[0166] 图5B是与图5A相似的工艺流程,但是干组合物508以涂层的形式提供,被设置在衬底510的顶部。干组合物508可以与主体材料相对应,或者可以与主体材料前体相对应,所述主体材料前体可以通过适合的工艺(诸如干燥、固化、交联、聚合、或者它们的任意组合)而转换成主体材料。干组合物508的其他特性可以与以上参照图5A描述的相似,并且以下不重复。参见图5B,衬底510可以是透明或不透明的,可以是柔性的或刚性的,以及可以由例如,聚合物、高聚物、EVA、PVB、TPO、TPU、PE、PET、PETG、聚碳酸酯、PVC、PP、基于丙烯酸的聚合物、ABS、陶瓷、玻璃、或它们的任意组合、以及之前所列的适合主体材料的任何其他材料来组成。衬底510可以用作在器件装配期间后续去除的暂时衬底,或者可以保留在所得的器件层中作为器件的层或其他组成。接着,添加剂512和嵌入流体514被施加到干组合物508。添加剂512可以在溶液中或以其他方式分散在嵌入流体514中,并且可以通过一步嵌入而同时施加到干组合物508。可替代地,添加剂512可以在嵌入流体514处理干组合物508之前、期间、或之后单独施加到干组合物508。如以上所述,添加剂512的单独施加可以被称为二步嵌入。随后,所得的主体材料516(被设置在衬底510的顶部上)具有部分地或全部地嵌入到主体材料516的表面中的至少一些添加剂512。可选地,可以执行适合的处理以将软化的或膨胀的组合物508转换到主体材料516中。在器件装配期间,具有嵌入的添加剂512的主体材料516可以被层压到或者以其他方式连接于相邻的器件层,或者可以用作衬底,在该衬底上形成、层压、或者以其他方式施加相邻器件层。

[0167] 在一些实施例中,添加剂被分散在嵌入流体中,或者被分散在单独的运载流体以及被单独地施加到干组合物。分散可以通过以下方式来完成:混合、研磨、声处理、振动、摇动、流动、化学修改添加剂的表面,化学修改流体、添加分散或悬浮剂到流体中,或者以其他方式处理添加剂来完成,以实现期望的分散。分散可以是均匀的或不均匀的。运载流体可以用作嵌入流体(例如,额外的嵌入流体),或者可以具有与嵌入流体相似的特性。在其他实施例中,运载流体可以用作传输媒介,以运载或转换添加剂,但是对于添加剂和干组合物基本上是惰性的。

[0168] 流体(例如,嵌入流体和运载流体)可以包括流体、气体或超临界的流体。不同类型的流体的组合也是适用的。流体可以包括一种或更多种溶剂。例如,流体可以包括:水、离子或包含离子的溶液、有机溶剂(例如,极性、有机溶剂;非极性、有机溶剂、质子惰性溶剂;质子溶剂;极性、质子惰性溶液、或者极性、质子溶剂);无机溶剂、或者它们的任意组合。油也可以被认为适用的流体。盐、表面活性剂、分散剂、稳定剂或粘合剂也可以包括在流体中。

[0169] 适合的有机溶剂的实例包括:2-甲基四氢呋喃、氯-烃、氟-烃、酮、石蜡、乙醛、乙酸、乙酸酐、丙酮、乙腈、炔烃、烯烃、苯胺、苯、苄腈、苯甲醇、苄基醚、丁醇、丁酮、乙酸丁酯、二丁醚、甲酸丁酯、丁醛、丁酸、丁腈、二硫化碳、四氯化碳、氯苯、氯丁烷、氯仿、脂环族烃、环己烷、环己醇、环己酮、环戊酮、环戊基甲基醚、双丙酮醇、二氯乙烷、二氯甲烷、碳酸二乙酯、二乙醚、二甘醇、二甘醇二甲醚、二异丙胺、二甲氧基乙烷、二甲基甲酰胺、二甲亚砷、二甲胺、二甲基丁烷、二甲醚、二甲基甲酰胺、二甲基戊烷、二甲亚砷、二噁烷、十二氟-1-庚醇、乙醇、乙酸乙酯、乙醚、甲酸乙酯、丙酸乙酯、二氯化乙烯、乙二醇、甲酰胺、甲酸、甘油、庚烷、六氟异丙醇、六甲基磷酰胺、六甲基磷三酰胺、己烷、己酮、过氧化氢、次氯酸盐、乙酸异丁酯、

异丁醇、甲酸异丁酯、异丁胺、异辛烷、乙酸异丙酯、异丙醚(i-丙醚)、异丙醇、异丙胺、酮过氧化物、甲醇和氯化钙溶液、甲醇、甲氧基乙醇、乙酸甲酯、甲基乙基酮(或者MEK)、甲酸甲酯、甲基正丁酸酯、甲基正丙基酮、甲基叔丁基醚、二氯甲烷、亚甲基、甲基己烷、甲基戊烷、矿物油、间二甲苯、正丁醇、正癸烷、正己烷、硝基苯、硝基乙烷、硝基甲烷、硝基丙烷、2-N-甲基-2-吡咯烷酮、正丙醇、八氟-1-戊醇、辛烷、戊烷、戊酮、石油醚、苯酚、丙醇、丙醛、丙酸、丙腈、乙酸丙酯、丙醚、甲酸丙酯、丙胺、对二甲苯、吡啶、吡咯烷、叔丁醇、叔丁基甲基醚、四氯乙烷、四氟丙醇、四氢呋喃、四氢化萘、甲苯、三乙胺、三氟乙酸、三氟乙醇、三氟丙醇、三甲基丁烷、三甲基己烷、三甲基戊烷、戊腈、二甲苯、二甲苯酚、或者它们的任意组合。

[0170] 适合的无机溶剂包括:例如水、氨、氢氧化钠、二氧化硫、磺酰氯、磺酰氯氟、磷酰氯、三溴化磷、四氧化二氮、三氯化铋、五氟化溴、氟化氢、或者它们的任意组合。

[0171] 适合的离子溶剂包括:例如氯化胆碱、尿素、丙二酸、苯酚、甘油、1-烷基-3-甲基咪唑鎓、1-烷基吡啶鎓、N-甲基-N-烷基吡咯烷鎓、1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐、铵、胆碱、咪唑鎓、磷鎓、吡啶鎓、吡咯烷鎓、铊、1-乙基-1-甲基哌啶碳酸甲酯、4-乙基-4-甲基吗啉碳酸甲酯、或者它们的任意组合。其他的甲基咪唑鎓溶液可以被认为适用,包括:1-乙基-3-甲基咪唑乙酸盐、1-丁基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐、1-正丁基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐、1-丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐、1-正丁基-3-甲基咪唑六氟磷酸盐、1-丁基-3-甲基咪唑1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲磺酰胺、1-丁基-3-甲基咪唑双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、1-丁基-3-甲基咪唑双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、以及1-丁基-3-甲基咪唑双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、或者它们的任意组合。

[0172] 其他适用的流体包括:卤代化合物、酰亚胺以及酰胺,诸如:N-乙基-N,N-双(1-甲基乙基)-1-庚基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、乙基庚基-二-(1-甲基乙基)铵1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、乙基庚基-二-(1-甲基乙基)铵双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、乙基庚基-二-(1-甲基乙基)铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、或者它们的任意组合。流体也可以包括:乙基庚基-二-(1-甲基乙基)铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、N<sub>5</sub>N<sub>5</sub>N-三丁基-1-辛基铵三氟甲烷磺酸盐、三丁基辛基铵三氟甲磺酸酯、三丁基辛基铵三氟甲烷磺酸酯、N,N,N-三丁基-1-己基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、三丁基己基铵1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、三丁基己基铵双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、三丁基己基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、三丁基己基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、N,N,N-三丁基-1-庚基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、三丁基庚基铵1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、三丁基庚基铵双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、三丁基庚基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、三丁基庚基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、N,N,N-三丁基-1-辛烷铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、三丁基辛基铵1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、三丁基辛基铵双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、三丁基辛基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、三丁基辛基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、1-丁基-3-甲基咪唑鎓三氟乙酸酯、1-甲基-1-丙基吡咯烷1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、1-甲基-1-丙基吡咯烷双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、1-甲基-1-丙基吡咯烷双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、1-甲基-1-丙基吡咯烷双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、1-丁基-1-甲基吡咯烷1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、1-丁基-1-甲基吡咯烷双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、1-丁基-1-甲基吡咯烷双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、1-丁基-1-甲基吡咯烷双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺



胺、1-丁基吡啶1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、1-丁基吡啶双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、1-丁基吡啶双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、1-丁基吡啶双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、1-丁基-3-甲基咪唑双(全氟化乙基磺酰)酰亚胺、丁基三甲基铵双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、1-辛基-3-甲基咪唑1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、1-辛基-3-甲基咪唑双(三氟甲基磺酰)酰亚胺、1-辛基-3-甲基咪唑双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、1-辛基-3-甲基咪唑双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、1-乙基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐、N<sub>5</sub>N<sub>5</sub>N-三甲基-1-己烷铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、己基三甲基铵1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、己基三甲基铵双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、己基三甲基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、己基三甲基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、N,N,N-三甲基-1-庚烷铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、庚基三甲基铵1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、庚基三甲基铵双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、庚基三甲基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、庚基三甲基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、N,N,N-三甲基-1-辛烷铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、三甲基辛基铵1,1,1-三氟-N-[(三氟甲基)磺酰基]甲烷磺酰胺、三甲基辛基铵双(三氟甲基磺酰基)酰亚胺、三甲基辛基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰胺、三甲基辛基铵双[(三氟甲基)磺酰基]酰亚胺、1-乙基-3-甲基咪唑硫酸乙酯、或者它们的任意组合。

[0173] 控制添加剂的表面嵌入可以经由膨胀-分散-蒸汽-施加阶段的合理平衡来实现。这种平衡可以通过例如,溶剂-主体材料相互作用参数、添加剂的尺寸、嵌入流体的反应性和挥发性、冲击添加剂的冲量或速率、温度、湿度、压力、以及其他因素来控制。更具体地,针对本发明的一些实施例以下列出用于表面嵌入的相关处理参数:

[0174] 嵌入流体选择:

[0175] -嵌入流体与表面的兼容性(例如,Hildebrand和Hansen溶度参数、介电常数、分配系数、pKa等的匹配或比较)

[0176] -蒸发率、沸点、蒸汽压、嵌入气体的汽化焓

[0177] -嵌入流体到表面中的分散:热力学和动力学考虑

[0178] -嵌入流体的粘性

[0179] -嵌入流体的表面张力、通过毛细作用传送以及毛细管效应

[0180] -共沸、混溶性以及与其他流体的其他反应

[0181] 施加条件:

[0182] -流体-表面暴露的持续

[0183] -温度

[0184] -湿度

[0185] -施加方法(例如,喷射、印刷、辊涂、凹版辊涂、缝口喷注、杯涂、刮涂、喷枪、浸渍、浸涂等)

[0186] -到表面上的冲击/冲量/速率(例如,可以影响嵌入的深度或程度)

[0187] -施加到主体材料与施加器之间的溶剂的剪应力

[0188] -后处理条件(例如,加热、蒸发、流体去除、空气干燥等)

[0189] 主体材料:

[0190] -表面能量

[0191] -粗糙度和表面积

[0192] -预处理(例如,紫外线臭氧化作用、基本刻蚀、清洗、溶剂灌注、加热、固化、抽真空等)

[0193] -在嵌入之前添加剂在流体中的分散/悬浮(例如,添加剂可以经由物理搅拌、化学/封盖稳定、空间稳定或被固有地溶解而分散在溶液中)

[0194] -不期望效果的缓解(例如,主体材料的浑浊、开裂、雾浊、不可逆的毁坏、不均匀润湿、粗糙度等)

[0195] 可以改变或选择前述参数中的一些或全部,以调节添加剂到指定主体材料中的嵌入深度。例如,到主体材料的表面中的嵌入深度的更高程度可以通过如下来实现:增加与主体材料相互作用的嵌入流体的溶解力,紧密匹配嵌入流体-衬底的Hansen溶解度参数,延长与主体材料接触的嵌入流体的暴露持久性,增加与主体材料接触的嵌入流体的量,升高系统的温度,增加冲击到主体材料上的添加剂的冲量,增加到主体材料中的嵌入流体和添加剂中任何一个或两个的扩散,或者它们的任意组合。

[0196] 以下表2提供了根据本发明的一个实施例,适用于将添加剂嵌入到由特定聚合物组成的干组合物中的一些嵌入流体的实例。利用以上陈列的处理参数,将理解的是可以针对这些特定聚合物、以及其他类型的聚合物、陶瓷以及陶瓷前体来选择其他的嵌入流体。

[0197] 表2

[0198]

聚合物	嵌入流体
丙烯腈丁二烯苯乙烯(或ABS)	丙酮、二氯甲烷、二氯甲烷 80 vol%/矿油精 20 vol%、乙酸甲酯、甲基乙基酮、四氢呋喃(或THF)、乳酸乙酯、环己酮、甲苯、四氟丙醇(或TFP)、三氟乙醇(或TFE)、六氟异丙醇(或HFIP)、或者它们的任意组合
聚碳酸酯	环己酮、二氯甲烷、60 vol%乙酸甲酯/20 vol%乙酸乙酯/20 vol%环己酮、四氢呋喃、甲苯、四氟丙醇、三氟乙醇、六氟异丙醇、甲基乙基酮、丙酮、其他的纯酮、或者它们的任意组合
丙烯酸-聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸甲	二氯甲烷、甲基乙基酮、四氟丙醇、三氟乙醇、六氟异丙醇、萘品醇、1-丁醇、异丙醇、四氢呋喃、松油醇、三氟乙醇/异丙醇、其他

[0199]

酯(或PMMA)	的氟化醇、或者它们的任意组合
聚苯乙烯	丙酮、二氯甲烷、四氢呋喃、甲苯、50 vol%丙酮/50 vol%四氢呋喃、或者它们的任意组合
聚氯乙烯(或PVC)	四氢呋喃、50% 丙酮/ 50%四氢呋喃或其组合
乙烯醋酸乙烯酯(或EVA)	四氢呋喃、二氯甲烷、醇或其组合

[0200] 流体(例如,嵌入流体以及运载流体)也可以包括盐、表面活性剂、稳定剂、以及用于将一组特定特性赋予流体的其他试剂。稳定剂可以基于它们的性能而被包括,以至少部分地禁止添加剂间结块。其他的稳定剂可以基于它们的性能而被选择,以保持添加剂的功能性。BHT,例如可以用作好的稳定剂和抗氧化剂。可以利用其他的试剂来调整流变属性、蒸发率以及其他特性。

[0201] 可以施加流体和添加剂,以便相对于干组合物的表面而大部分固定。在其他的实施例中,用相对运动来执行施加,诸如通过将流体喷射到表面上,通过经由流体落下的幕帘

来传送干组合物,或者经由流体池或槽来传送干组合物。流体和添加剂的施加可以通过喷枪、喷雾、雾化、喷涂、静电喷涂、浇注、辊涂、幕涂、擦拭、旋涂、滴注、浸涂、涂抹、流涂、刷涂、浸渍、图案化(例如,冲压、喷墨、控制的喷涂、控制的超声波喷涂等)、流涂(例如,封口喷注、毛细管涂覆、迈耶棒(meyer rod)涂覆、杯涂、刮涂等)、印刷、照相凹版印刷、平板印刷、胶版印刷、辊涂、喷墨印刷、凹版印刷、或者它们的任意组合。在一些实施例中,将添加剂诸如通过喷射器推进到表面上,由此通过与表面冲击而促进嵌入。在其他的实施例中,将梯度应用到流体、添加剂或者两者。适用的梯度包括磁场和电场。梯度可以用于将流体、添加剂或两者施加、分散或推进到表面上。在一些实施例中,梯度用作处理添加剂,以便控制嵌入的程度。施加的梯度可以是恒定的或可变的。梯度可以在将干组合物软化或膨胀之前,在干组合物保留软化或膨胀的时候,或者在干组合物被软化或膨胀之后来应用。设想可以将干组合物加热以实现软化,并且可以将流体和添加剂中的任意一个或两个加热以促进嵌入。

[0202] 可以空间地控制流体和添加剂的施加以及添加剂的嵌入,以产生图案。在一些实施例中,空间控制可以用物理掩模来实现,所述物理掩模可以位于施加器与表面之间,以阻挡添加剂的一部分接触表面,导致添加剂嵌入的受控图案化。在其他的实施例中,空间控制可以用光掩模来实现。正的或负的光掩模可以位于光源与可以与光致抗蚀剂相对应的表面之间。经由光掩模的非不透明的部分发射的光可以选择性地影响光致抗蚀剂暴露出的部分的溶解度,以及光致抗蚀剂的所得的空间控制的可溶区域可以允许受控的添加剂嵌入。在其他的实施例中,空间控制可以经由电梯度、磁梯度、电磁梯度、热梯度、压力或机械梯度、表面能量梯度(例如,流体-固体-气体界面粘附-结合力、以及毛细管效应)、或者它们的任意组合来实现。上涂层的应用(如图2C和图2G中所示)可以采用相似的方式来执行。例如,在ITO或另一种透明金属氧化物的情况下,涂层可以溅射到具有表面暴露的、表面嵌入的添加剂的化合物上。在导电聚合物、基于碳的涂层以及其他类型的涂层的情况下,导电材料可以通过涂覆、喷涂、流涂等来施加。空间控制也可以通过将不同于主体材料的材料印刷来实现,并且在该材料中不会发生嵌入(或以其他方式禁止)。

[0203] 如上所述,添加剂可以被分散在嵌入流体中,并且通过一步嵌入与嵌入流体一起施加到干组合物。添加剂也可以通过二步嵌入施加到与嵌入流体分开的干组合物。在后面的情况下,添加剂可以采用湿的形式来施加,诸如通过分散在运载流体中,或者通过分散在相同的嵌入流体中或不同的嵌入流体中。在后面的情况下,添加剂可以采用干的形式来施加,诸如以气雾化粉末的形式。也设想添加剂可以以准干的形式来施加,诸如通过将添加剂分散在易挥发的运载流体中,诸如甲醇,另一种低沸点醇、或另一种的低沸点有机溶剂,它们在与干组合物冲击之前基本被汽化。

[0204] 作为实例,一个实施例包括喷射、喷枪喷、或者以其他方式将分散在合适的运载流体中的纳米线或者其他添加剂的溶液雾化到干组合物上。

[0205] 作为另一个实例,一种实施例包括通过喷射或者以其他方式将嵌入流体与干组合物接触来预处理干组合物,然后,在时间 $t_1$ 经过之后,喷射或喷枪喷射具有速率的纳米线或其他添加剂,以便暂时软化的干组合物和冲击纳米线的速率的组合允许纳米线的快速和持久的表面嵌入。 $t_1$ 可以在例如大约0纳秒至大约24小时的范围,诸如从大约1纳秒到大约24小时、从大约1纳秒至大约1小时或者从大约1秒至大约1小时。两个喷射喷嘴可以同时或顺序开动,一个喷嘴分配嵌入流体,而另一个喷嘴将具有速率、分散在运载流体中的雾化的纳

米线向干组合物分配。可选择地可以包括空气固化或更高温度的退火。

[0206] 作为另一个实例,一个实施例包括喷射、喷枪喷、或者以其他方式的将分散在运载流体中的纳米线或者其他添加剂的溶液雾化到干组合物上。在时间 $t_2$ 经过之后,利用二次喷射、喷枪喷或雾化操作来施加嵌入流体,以便允许纳米线的有效表面嵌入。 $t_2$ 可以在例如大约0纳秒至大约24小时的范围,诸如从大约1纳秒至大约24小时、从大约1纳秒至大约1小时、或者从大约1秒至大约1小时。两个喷射喷嘴可以同时或顺序开动,一个喷嘴分配嵌入流体,而另一个喷嘴将具有速率、分散在运载流体中的雾化的纳米线向干组合物分配。可选择地可以包括空气固化或更高温度的退火。

[0207] 作为另一个实例,一个实施例包括将纳米线或其他的添加剂施加到由硅酸钠或另一种碱金属硅酸盐或其他的固体玻璃组成的干组合物上。或者同时操作或单独操作,由加热的碱性水(basic water)组成的嵌入流体,在或者室温或者升高的温度(引起硅酸钠至少部分地溶解)下采用流体或气体形式施加到硅酸钠,由此允许纳米线进入到溶解的硅酸钠中。水被蒸发或以其他方式去除,引起硅酸钠用嵌入在硅酸钠内的纳米线再次凝固。可选择地可以包括空气固化或更高温度的退火。

[0208] 接着注意图5C,图5C说明根据本发明的一个实施例,用于将添加剂522表面嵌入到湿组合物518中的制造方法。参见图5C,将湿组合物518以设置在衬底520的顶部上的涂层的形式施加到衬底520。湿组合物518可以与主体材料的溶解形式相对应,并且具体地,可以包括如适用的主体材料的之前所列的任何材料的溶解形式,诸如聚合物、陶瓷、陶瓷前体、或者它们的任意组合。也设想湿组合物518可以与主体材料前体相对应,所述主体材料前体可以通过合适的处理,诸如干燥、固化、交联、聚合、或者它们的任意组合而被转换成主体材料。例如,湿涂层化合物518可以是不被完全固化或固定的涂层、不被完全交联的交联涂层(可以利用合适的聚合引发剂或交联药剂被随后固化或交联)、或者单体、低聚体、或者单体和低聚体的组合的涂层(它们利用合适的聚合引发剂或交联试剂随后聚合)。在一些实施例中,湿组合物518可以包括具有流相以及固相的材料,或者可以包括这样的材料,其是至少部分流体的或者具有流体的集合属性,诸如半固体、胶体等。衬底520可以是透明的或不透明的,可以是柔性的或刚性的,并且可以由例如聚合物、离聚物、EVA、PVB、TPO、TPU、PE、PET、PETG、聚碳酸酯、PVC、PP、基于丙烯酸酯的聚合物、ABS、硅氧烷、硅烷、溶胶-凝胶、陶瓷、或者它们的任意组合、以及之前所列的适合主体材料的任何其他材料组成。衬底520可以用在器件装配期间被后续去除的暂时衬底,或者可以保留在所得器件中作为器件的一层或其他组成。

[0209] 接着,根据在图5C的左侧选项,在湿组合物干燥之前或者当它保留允许添加剂522嵌入在湿组合物518内的状态的时候,添加剂522被施加到湿组合物518。在一些实施例中,添加剂522的施加通过流涂方法(例如,缝口喷注、毛细管涂覆、迈耶棒涂覆、杯涂、刮涂等)。尽管在左侧未示出,但是设想嵌入流体可以被同时或单独施加到湿组合物518,以促进添加剂522的嵌入。随后,所得的主体材料524具有部分地或全部地嵌入到主体材料524的表面中的至少一些添加剂522。可以执行合适的处理以将湿组合物518转换成主体材料524。在器件(或装置)装配期间,具有嵌入添加剂522的主体材料524可以被层压或以其他方式连接于相邻的器件层,或者可以用作衬底,在该衬底上形成、层压或者另外施加相邻的器件层。

[0210] 在图5C中有关添加剂522的施加和添加剂522的嵌入的某些方面可以利用如以上

图5A和图5B描述的相似的处理条件和材料来执行,并且以下不需要重复那些方面。以下提供了与陶瓷和陶瓷前体相关的实施例的另外细节。

[0211] 在一些实施例中,添加剂被采用液体陶瓷前体的涂层的形式嵌入到湿组合中,所述液体陶瓷前体可以包括溶剂和一组反应性物质。嵌入在溶剂完全干燥之前、和/或在干燥之后但是固化之前执行,接着通过固化选项或以其他方式将陶瓷前体转换成完全压缩或重构的玻璃。陶瓷前体反应性物质的实例包括:旋涂玻璃、硅烷(例如, $\text{Si}(\text{OR})(\text{OR}')(\text{OR}'')$  $(\text{R}''')$ )、 $\text{Si}(\text{OR})(\text{OR}')(\text{R}'')$  $(\text{R}''')$ )、以及 $\text{Si}(\text{OR})(\text{R}')(\text{R}'')$  $(\text{R}''')$ ),其中, $\text{R}$ 、 $\text{R}'$ 、 $\text{R}''$ 以及 $\text{R}'''$ 分别选自烷基、链烯基、炔基、以及芳基)、硅烷的钛类似物、硅烷的铈类似物,硅烷的镁类似物、硅烷的锆类似物、硅烷的钆类似物、硅烷的锡类似物、硅烷的锌类似物、硅烷的铝类似物、任何混合的硅烷的金属类似物、硅氧烷(例如, $\text{Si}(\text{OR})(\text{OR}')(\text{OR}'')$  $(\text{R}''')$ ),其中, $\text{R}$ 、 $\text{R}'$ 、 $\text{R}''$ 以及 $\text{R}'''$ 分别选自烷基、链烯基、炔基、以及芳基)、硅氧烷的钛类似物、硅氧烷的铈类似物、硅氧烷的镁类似物、硅氧烷的锆类似物、硅氧烷的钆类似物、硅氧烷的锡类似物、硅氧烷的锌类似物、硅氧烷的铝类似物、任何混合的硅氧烷的金属类似物、碱金属硅酸盐(例如,硅酸钠和硅酸钾)、或者它们的任意组合。作为更多个具体事例,陶瓷前体反应物质可以是硅氧烷,诸如四甲氧基硅烷(或者TMOS)、四乙氧基硅烷(或者TEOS)、四(异丙氧基)硅烷、硅氧烷的钛类似物、硅氧烷的铈类似物、硅氧烷的镁类似物、硅氧烷的锆类似物、硅氧烷的钆类似物、硅氧烷的锡类似物、硅氧烷的锌类似物、硅氧烷的铝类似物、任何混合的硅氧烷的金属类似物、或者它们的任意组合。

[0212] 在一些实施例中,在添加剂的嵌入之前,反应性物质被至少部分地反应。反应可以通过例如在酸和催化剂存在的情况下的水解作用来执行,并且接着缩合,由此产生低聚体或聚合链。例如,硅烷和硅氧烷可以经受部分缩合以产生具有 $\text{Si-O-Si}$ 键的低聚物或聚合链,并且至少一些侧基与 $(\text{OR})$ 或 $(\text{R})$ 相对应。

[0213] 在一些实施例中,液体陶瓷前体包括至少两种不同类型的反应性物质。不同类型的物质可以彼此反应,如两种或更多种TEOS、TMOS以及四(异丙氧基)硅烷所示例的,并且可以合适地选择以控制蒸发率和预先固化的膜形态。具有较大侧基的反应性物质(诸如在四(异丙氧基)硅烷的情况下的异丙氧基以及在TMOS情况下的甲氧基),当转换成胶体时可以产生较大的孔尺寸,较大的孔尺寸可以促进在存在嵌入流体的情况下的膨胀。此外,水解后,较大的侧基可以被转换成具有较低挥发性的相应的醇,诸如在四(异丙氧基)硅烷情况下的异丙基醇以及在TMOS情况下的甲醇,可以使干燥速率变慢。在其他的实施例中,不同类型的物质不可能反应,诸如硅酸钠和四(异丙氧基)硅烷。这可以提供通过将硅酸盐干燥形成的基质主体的容易固化的属性,同时保留一定量的延迟缩合以允许添加剂的嵌入。

[0214] 在一些实施例中,反应性物质(或在反应之前或在反应之后)可以包括一定量的 $\text{Si-C}$ 或 $\text{Si-C-Si}$ 键,其可以赋予粗糙性、多孔性、或者其他期望的特性,诸如允许溶剂的捕获来使干燥速率变慢,或者促进在存在嵌入流体的情况下的膨胀。

[0215] 在一些实施例中,反应性物质(或在反应之前或在反应之后)可以包括 $\text{Si-OR}$ 基团,其中 $\text{R}$ 是具有低挥发性的长链侧基,以使液体陶瓷前体的涂层的干燥速率变慢。在其他的实施例中,反应性物质可以包括 $\text{Si-R}'$ 基团,其中 $\text{R}'$ 是具有低挥发性的长链侧基,以使液体陶瓷前体的涂层的干燥速率变慢。 $\text{R}$ 和 $\text{R}'$ 中的任何一个或两个都可以具有与溶剂相互作用和保持溶剂的特性,由此使干燥过程变慢。例如, $\text{R}$ 和 $\text{R}'$ 可以具有极性、非极性、脂族特性、或者

匹配溶剂特性的其他特性。

[0216] 在一些实施例中,在液体陶瓷前体中包括的溶剂可以包括:水、乙醇、二甲基甲酰胺、二甲亚砷、另一种极性溶剂、另一种非极性溶剂、以上所列的任何其他适用的流体、或者它们的任意组合。例如,溶剂可以是非极性的,并且在水解作用期间可以不同类地利用水,在将陶瓷前体的涂层干燥之后发生完全缩合(condensation)。作为另一个实例,可以选择溶剂的组合,使得主要成分具有高挥发性,以运载、湿润、或稳定(level,变平)反应性物质,然而次要成分具有低挥发性以延迟涂层的干燥。也设想反应性物质可以形成总涂层量的较小部分,以使干燥变慢。

[0217] 在一些实施例中,液体陶瓷前体可以利用多种涂覆方法(诸如辊到辊工艺、辊涂、凹版辊涂、缝染(slot dye)涂覆、刮涂、喷射以及旋涂)来施加到衬底。例如,液体陶瓷前体可以通过旋涂来施加,并且添加剂可以紧接着旋涂开始就沉积,或者在旋涂开始之后而沉积但是在所得的涂层已经在旋压机上变干之前。

[0218] 在一些实施例中,添加剂可以被分散在运载流体中,然后以湿的形式施加到液体陶瓷前体。运载流体可以包括相同的溶剂(或者具有相似特性的另一种溶剂)作为液体陶瓷前体的低挥发性成分,以减小或避免在冲击时不利的相互作用。也设想运载流体可以是挥发性的(例如,甲醇或另一种低沸点醇),它们在冲击之前基本蒸发。适用的运载流体的另一个实例是水。

[0219] 在一些实施例中,固化可以在嵌入之后执行,使得液体陶瓷前体转换成玻璃。例如,固化可以包括在氮(可选地包括水蒸气(可能饱和))中加热到在大约400°C至大约500°C的范围的温度的步骤,加热到足以去除残留溶剂的温度(例如,从大约100°C至大约150°C)的步骤、或者加热到大约800°C至900°C的范围的温度以形成完全凝结(condensed)的玻璃的步骤。可以省略固化,诸如在硅酸钠(或另一种碱性硅酸盐)可以在环境条件下干燥成稳定的“透明涂层”的情况下。在一些实施例中,固化也可以用于作用于嵌入的纳米线或其他添加剂的烧结/退火操作。在一些实施例中,预固化可以在嵌入之前执行,以使涂层稳定以承受剪应力或流体力,但是仍保持允许添加剂嵌入的状态。

[0220] 返回到图5C,并且参见右侧的选项,湿组合物518首先通过适合的工艺,诸如通过至少部分地干燥、固化、交联、聚合或者它们的任意组合而被转换成干组合物526。接着,添加剂522和嵌入流体528被施加到干组合物526。添加剂522可以在溶液中,或者以其他方式分散在嵌入流体528中,并且可以通过一步嵌入而同时施加到干组合物526。可替代地,添加剂522可以在嵌入流体528处理干组合物之前、期间、或之后被单独施加到干组合物526。如上所述,添加剂522的单独施加可以被称作二步嵌入。随后,所得的主体材料524具有部分地或完全地嵌入在主体材料524的表面中的至少一些添加剂522。可选地,可以执行适合的工艺,以将干组合物526转换成主体材料524,诸如通过另外的干燥、固化、交联、聚合、或者它们的任意组合。可以在存在适用的流体(例如,嵌入流体或其他适合的流体)的蒸汽环境下执行如图5C中所示的制造阶段的任何一个或全部,以促进添加剂522的嵌入、使湿组合物518的干燥变慢,或者这两者。

[0221] 关于图5C中的添加剂522和嵌入流体528的施加以及添加剂522的嵌入的某些方面可以利用如以上针对图5A和图5B所描述的相似的处处理条件和材料来执行,并且以下不需要重复那些方面。具体地,在至少某些方面中,用于将添加剂522嵌入到图5C的干组合物526

中的处理条件可以被示为基本上相似于当将添加剂512嵌入到图5B的干组合物508中所利用的那些。以下还提供了与陶瓷和陶瓷前体相关的实施的进一步的细节。

[0222] 在一些实施例中,添加剂采用未固化的(或未完全固化的)陶瓷前体的涂层的形式而被嵌入到干组合物中,所述陶瓷前体初始被干燥,但是随后通过嵌入流体膨胀。接着是嵌入流体的干燥,在添加剂周围收缩涂层基质(coating matrix)。在一些情况下,嵌入流体可以包括与在干燥之前的陶瓷前体相同的溶剂(或者具有相似特性的另一种溶剂),在这种情况下处理条件可以被视为基本相似于当将添加剂嵌入到湿组合物中时利用的条件。添加剂的嵌入接着是固化选项或以其他方式将陶瓷前体转换成完全凝结或重组结构的玻璃。

[0223] 在一些实施例中,反应性物质被选择成在水解作用和缩合之前是初始低聚物或聚合物(例如,与单体相反,如TEOS或TMOS)。这种由反应性物质形成的低聚物或聚合物可以促进在嵌入流体存在的情况下的膨胀。实例包括命名为甲基51(Methyl51)、乙基50(Ethyl50)、乙基40(Ethyl40)等的可利用的反应性物质。在其他的实施例中,低聚物或聚合物反应性物质可以通过将单体的反应性物质反应来形成,诸如通过水解作用和缩合以达到期望的分子量。低聚物或聚合的反应性物质可以与单体的反应性物质组合,这些不同物质可以是易混合的、部分易混合的或者大部分不能混合的。这种低聚物或聚合物反应性物质也可以根据图5C的左侧选项来利用,即通过在液体陶瓷前体的涂层中包括这种低聚的或聚合的反应性物质,并且在干燥之前将添加剂嵌入到涂层中,可选地在嵌入流体存在的情况下。

[0224] 在一些实施例中,反应性物质可以包括具有达到两个反应位点的单体,诸如硅酮、倍半硅氧烷等。根据反应,这种反应性物质可以形成具有可控制量的交联的聚合物链,由此促进在嵌入流体存在的情况下的膨胀,并且促进添加剂的嵌入。例如,反应性物质可以包括 $\text{Si}(\text{OR})_2\text{R}'_2$ ,诸如 $\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2(\text{CH}_3)_2$ ,典型地在大约 $400^\circ\text{C}$ 以下不交联,可以由于聚合的本性而用嵌入流体来膨胀,以及可以通过加热到 $400^\circ\text{C}$ 以上而随后被交联到玻璃中。也可以根据图5C的左侧选项来利用这种聚合的反应性物质,即通过在液体陶瓷前体的涂层中包括这种聚合的反应性物质,并且在干燥之前将添加剂嵌入到涂层中,可选地在嵌入流体存在的情况下。

#### [0225] 实例

[0226] 以下实例描述了本发明的一些实施例的特定方面,以向本领域的技术人员说明并提供描述。实例不应当被解释为限制本发明,因为实例仅提供用于理解和实践本发明的一些实施例的具体方法论。

#### [0227] 实例1

##### [0228] 表面嵌入的封装层的形成

[0229] 这个实例阐明了具有光谱偏移功能的表面嵌入的封装层的形成,可以与太阳能装置的前表面相邻层压。可以用溶剂系统和磷光体的溶液来喷射乙烯醋酸乙烯酯(或EVA)的薄片。另一种封装材料,诸如聚乙烯醇(或PVA)、聚乙烯醇缩丁醛(或PVB)、或热塑性聚氨酯(或TPU)可以用作代替EVA、或者与EVA组合。EVA薄片可以在大约 $250\mu\text{m}$ 与大约 $2.5\text{mm}$ 的厚度之间,诸如大约 $500\mu\text{m}$ 的厚度。作为实例,溶剂系统可以是组合的四氢呋喃和二氯甲烷,并且磷光体可以是下偏移的物质,诸如三(二苯甲酰甲烷)(邻二氮杂菲)铕(III)(或者 $\text{Eu}(\text{dbm})_3\text{phen}$ )、以及三[3-(三氟甲基羟基亚甲基)-d-樟脑酸盐]铕(III)(或者 $\text{Eu}(\text{tfc})_3$ )中的任何

一个或两个。可以利用另一种溶剂或溶剂组合,并且另一种磷光体或其他类型的添加剂可以用于代替该磷光体或者与该磷光体组合。磷光体在喷射施加之前混合到溶剂系统中。喷射到EVA薄片上的溶剂暂时软化或溶解EVA薄片的顶表面大约500nm的深度,并且这种软化(与冲击磷光体的速率结合)允许磷光体快速表面嵌入到EVA薄片。喷射条件可以包括:在从EVA薄片以大约6英寸的喷射喷嘴距离,大约1ml至大约16ml的溶液喷射到EVA薄片的每平方英尺上,以及每平方英尺大约20磅的雾化压力。以这种方式,磷光体位于嵌入区内,并且牢固地嵌入在EVA薄片的顶表面之下大约500nm的深度。跟随磷光体的喷射嵌入,溶剂系统的蒸发以快速方式进行,致使EVA薄片在大约5秒内干燥。固化或其他适用的处理可以在磷光体牢固地嵌入到EVA薄片的顶表面中之后接着进行。喷射嵌入工艺可以采用大体连续、辊到辊的方式来进行,其中EVA薄片基本连续地卷绕和退绕。

#### [0230] 实例2

##### [0231] 表面嵌入的封装层的形成

[0232] 这个实例阐明了可以合并太阳能装置中的表面嵌入的封装层的形成。悬浮在醇中的添加剂(诸如采用银纳米线的形式)被喷射到EVA薄片的表面上。在醇已经蒸发之后留下在EVA薄片的顶部上的银纳米线的表面沉积层,四氢呋喃被喷射到EVA的表面上,将纳米线软化并嵌入到EVA薄片。可以控制四氢呋喃的量以调节部分地或全部地嵌入在EVA薄片的表面之下的纳米线的嵌入程度。由于与EVA薄片的表面相邻的接触纳米线的渗透,所以所得的纳米线嵌入的EVA薄片可以呈现出光散射特性和导电性。这种嵌入工艺可以在温室和大气压下执行。纳米线嵌入的EVA薄片可以在装置装配期间,通过真空层压而被分层到玻璃覆盖层和光敏层中的任何一个或两个上。所得的封装的太阳能装置具有导电的封装层,以采集或增大与前电极相邻的电流的采集,以及增强光散射朝向光敏层,或者另外地引起通过光敏层的阳光的吸收,诸如针对以入射光的倾斜角的太阳光。另外,封装层提供增强的热导性,以更加有效地分配热,并且热均匀地穿过太阳能装置,以保证更加可靠的性能。其他类型的添加剂可以用作代替银纳米线,或者与银纳米线组合。

#### [0233] 实例3

##### [0234] 表面嵌入的封装层的形成

[0235] 大约250mg的Eu (dbm) 3phen与大约13ml的四氢呋喃组合。这种溶液的整体利用iwata Eclipse HP-CS喷刷喷射在Mars Rock EVA薄片的19cm×27cm块上提供大约0.487mg/cm<sup>2</sup>覆盖。EVA薄片被切成2.1英寸×2.1英寸的块。来自McMaster的硼硅浮法玻璃的2英寸×2英寸的块,用Micro90清洁剂来清洗,并且用去离子水和异丙醇冲洗,接着是大约30分钟的UV-臭氧处理。玻璃块被层压成从MarsRock中获得的晶体硅光伏电池。一个块用未处理的EVA来层压。另一个块用磷光体处理的EVA来层压。层压通过将每个EVA块夹在玻璃块与光伏电池之间来执行,接着在大约99°C下开始变空的真空施加。装配位于炉内,使得温度下降到大约74°C。炉被抽空到-25mm Hg,在此期间温度上升到大约86°C。装配(或装配体)在真空下保留在炉中大约20分钟。

#### [0236] 实例4

##### [0237] 表面嵌入结构的特性

[0238] 图11A至图11N说明相对于主体材料的嵌入表面,添加剂浓度的各种配置,其中,非零添加剂浓度表示嵌入区。针对图11A至图11N中的全部图,主体材料被限定在x轴的0值与



10值之间。如果存在涂层,则涂层被沉积在主体材料的顶部上,并且位于 $x=-2$ 与 $x=0$ 之间。 $x$ 轴表示主体材料自嵌入表面的深度/厚度。第一幅图是衬底已经被本体结合或者用在整个衬底的块中混合的添加剂复合。衬底的添加剂浓度被描述为在 $y=0.2$ 浓度下的均匀分布。第二幅图示出相似的几何,但是添加剂在整个涂层材料中混合。

[0239] 如图11C中所示,表面嵌入的添加剂可以位于离散台阶上或 $\delta$ 函数,作为从主体材料的嵌入表面的厚度或深度的函数。可替代地,添加剂可以大部分地位于嵌入表面上,但是具有如图11D中的进入嵌入表面中的越深浓度越少,或者如图11G中的离嵌入表面越近浓度越少。添加剂可以以图11E的方式被完全地表面嵌入在嵌入表面之下,其中,在离散深度上存在添加剂的最大浓度,接着从嵌入表面之下的离散深度在两个方向上添加剂的浓度越来越少。添加剂嵌入的多个深度可以通过调整参数以调节嵌入的深度来实现,并且多个操作可以在衬底上执行,以允许如图11F和图11H中所捕获的这种多层的嵌入几何图形。如在图11I至图11K中,类似的几何图形可以通过前述的方法—表面嵌入到已经本体结合的衬底上(或中)来实现。如图11L至图11N中所示的,相似的几何图形不仅可以通过表面嵌入到衬底材料中,也可以通过表面嵌入到涂层材料中来实现。

[0240] 尽管已经参照本发明的具体实施例描述了本发明,但是对于本领域的技术人员应当理解的是在不脱离由所附权利要求所限定的本发明的真正精神和范围的情况下可以进行各种修改,并且替换等同物。另外,可以进行一些修改以将特定情况、材料、主题的组成、方法或工艺适合本发明的目标、精神以及范围。所有的这些修改旨在所附权利要求的范围内。具体地,尽管已经参照以特定排序执行的具体操作描述了本文公开的方法,但是将理解的是这些操作可以被组合、细分或者再排序,以在不脱离本发明的教义的情况下形成等价的方法。因此,除非在本文中特意指出,操作的排序和分组不限制本发明。

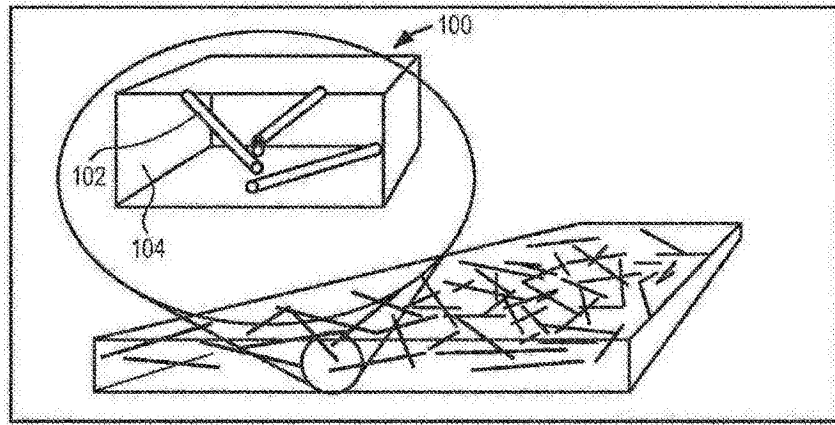


图1A

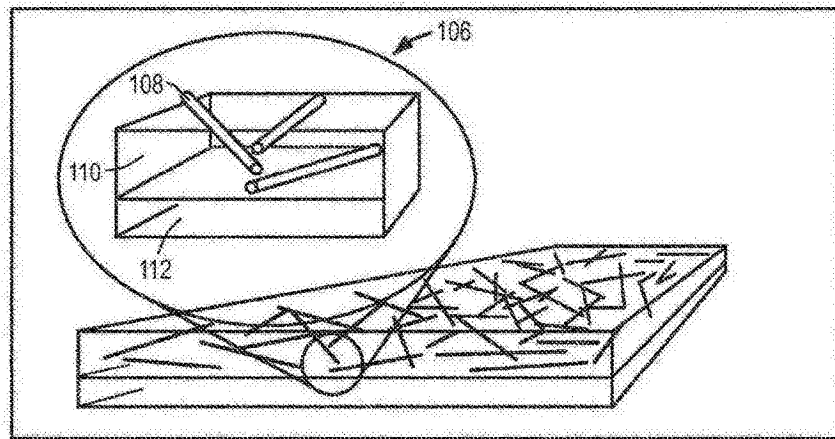


图1B

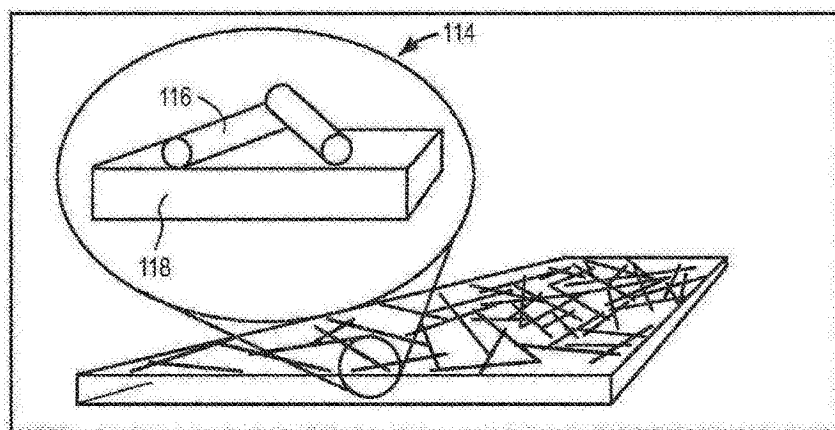


图1C

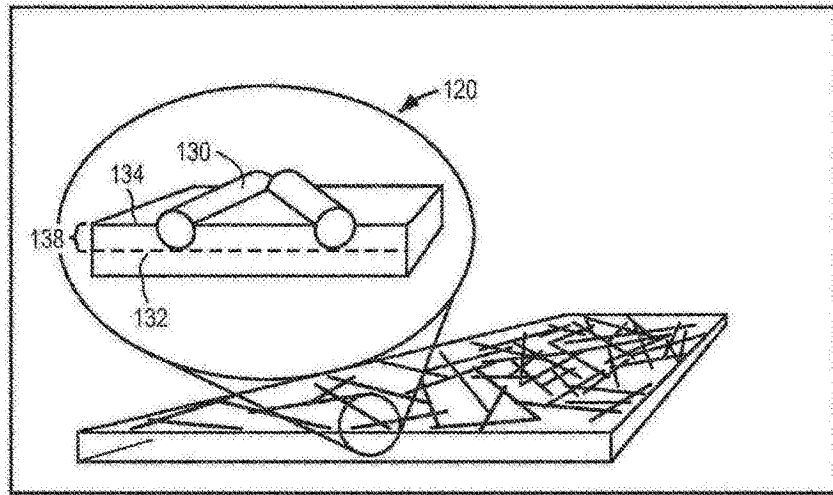


图1D

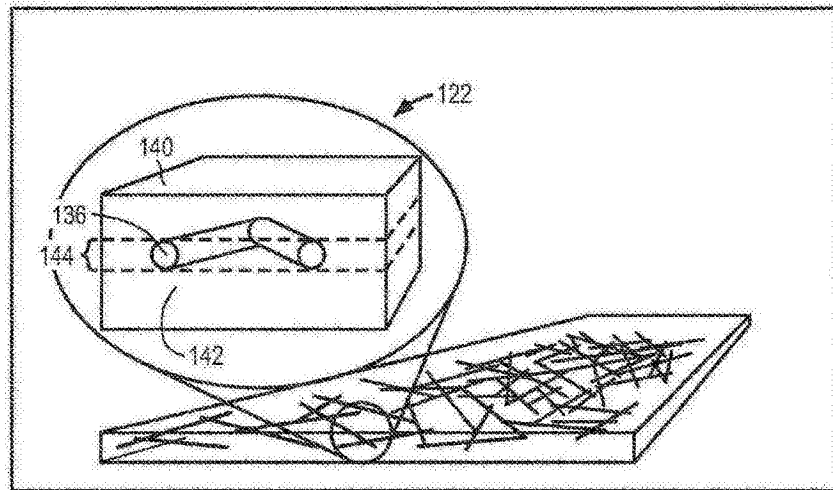


图1E

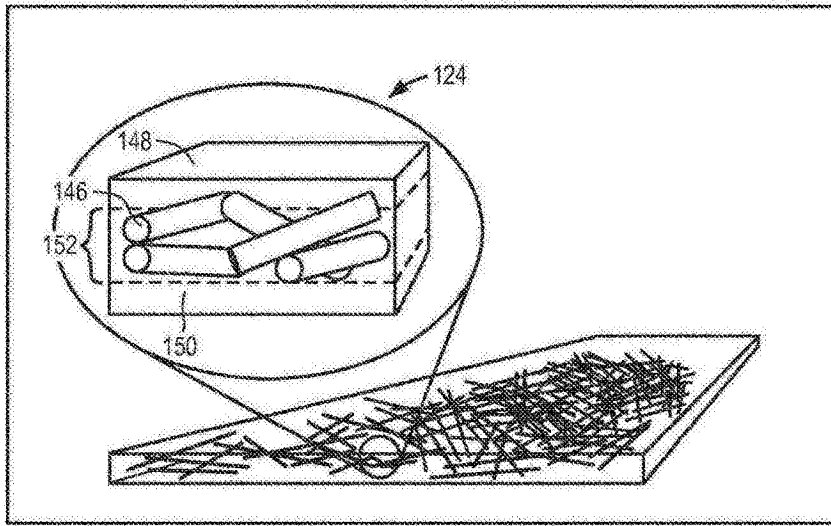


图1F

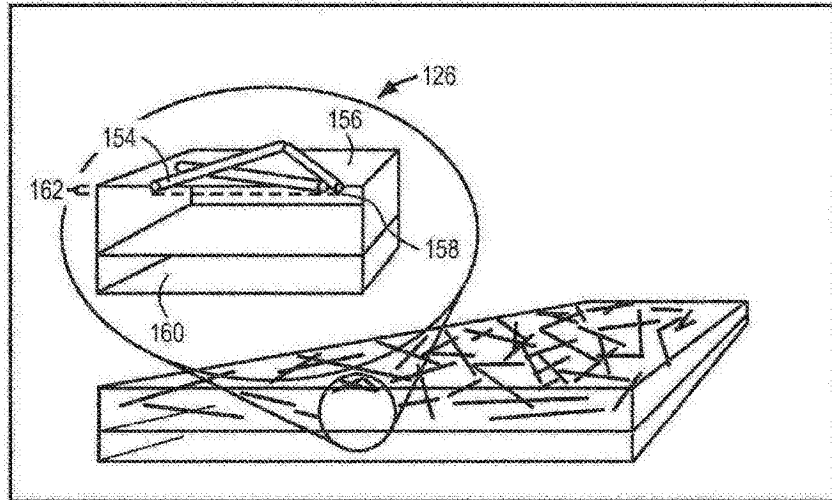


图1G

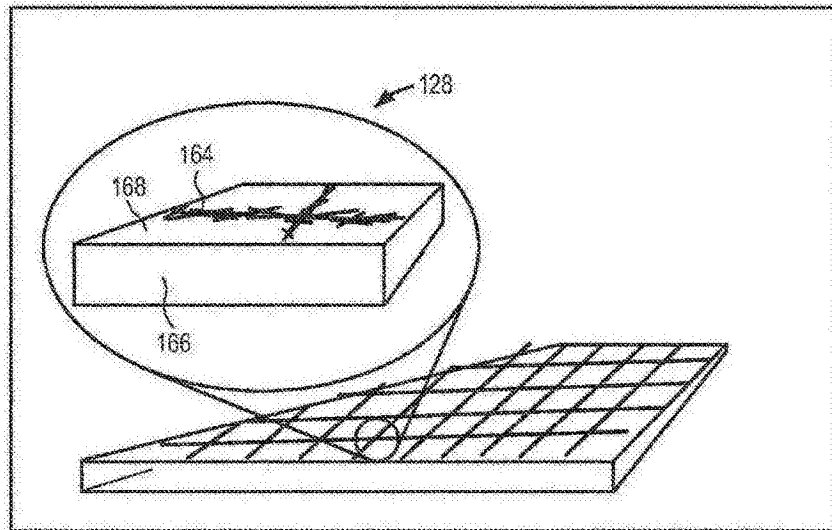


图1H

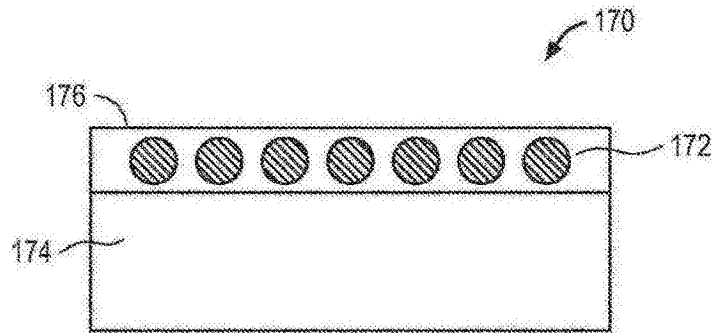


图1I

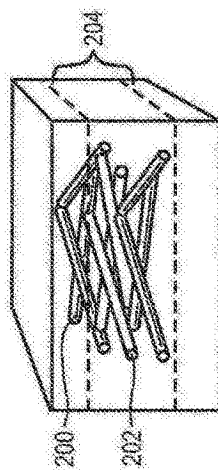


图2A

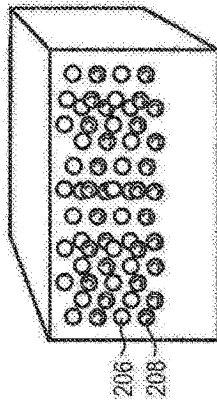


图2B

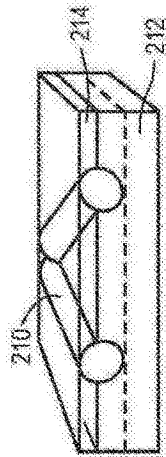


图2C

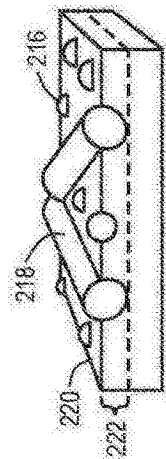


图2D

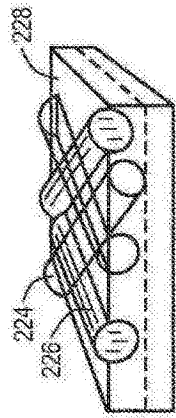


图2E

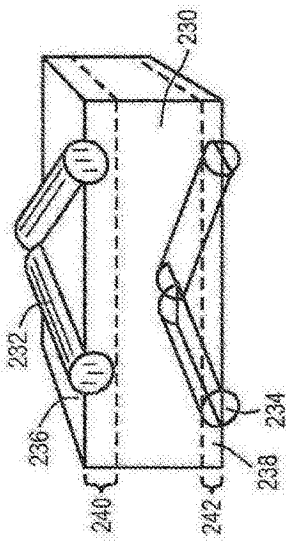


图2F

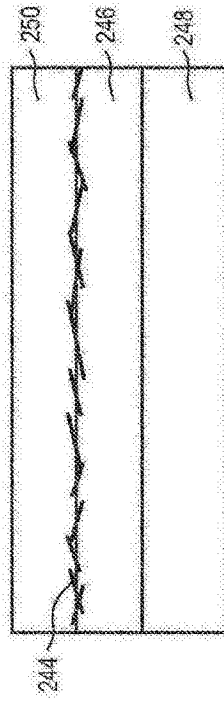


图2G

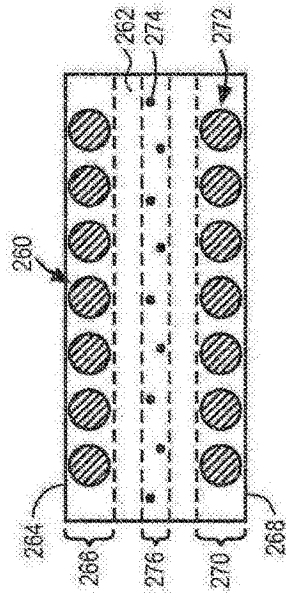


图2H



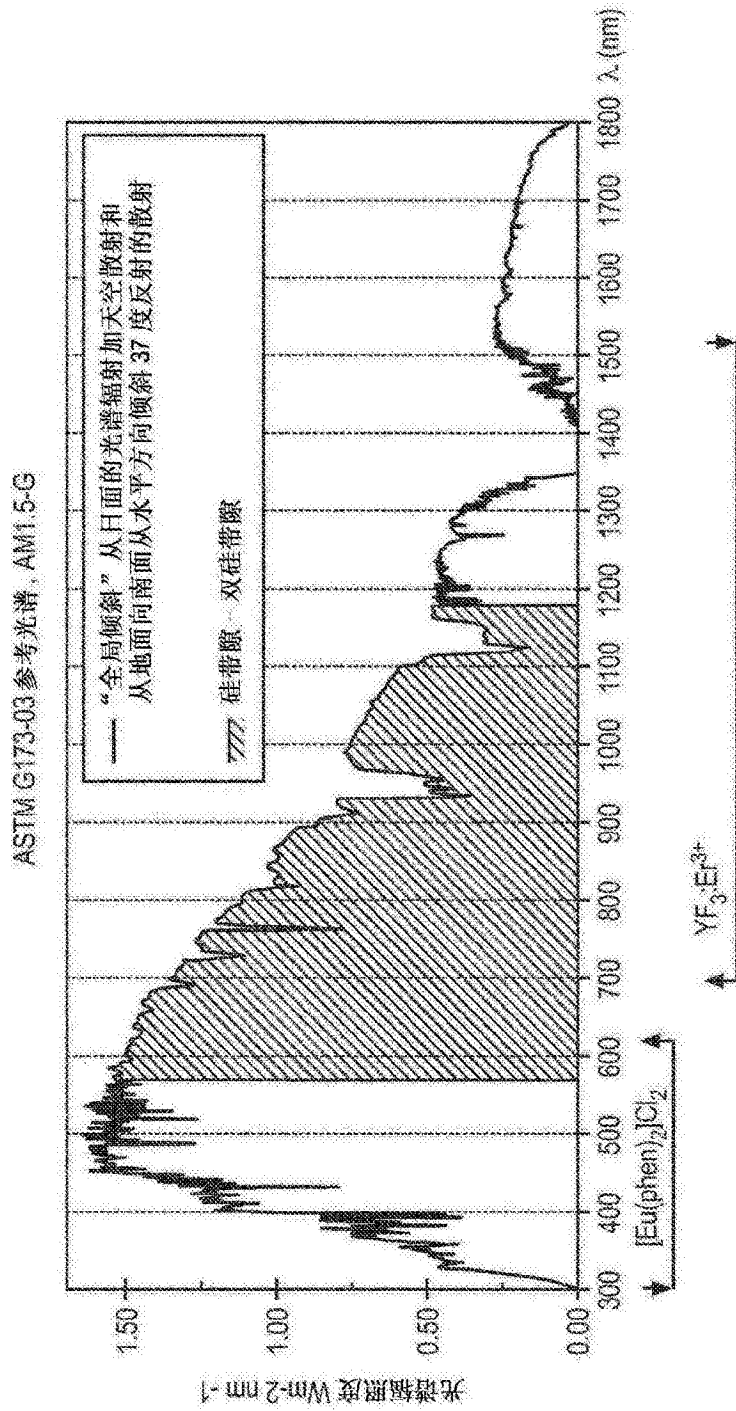


图3

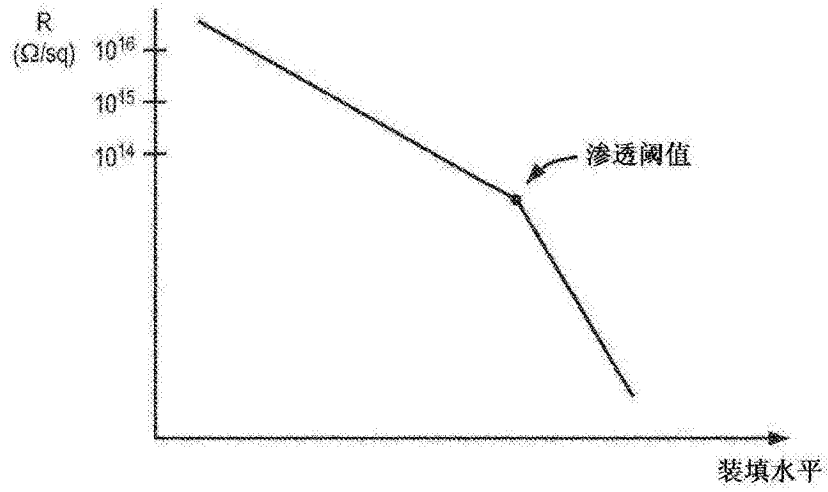


图4

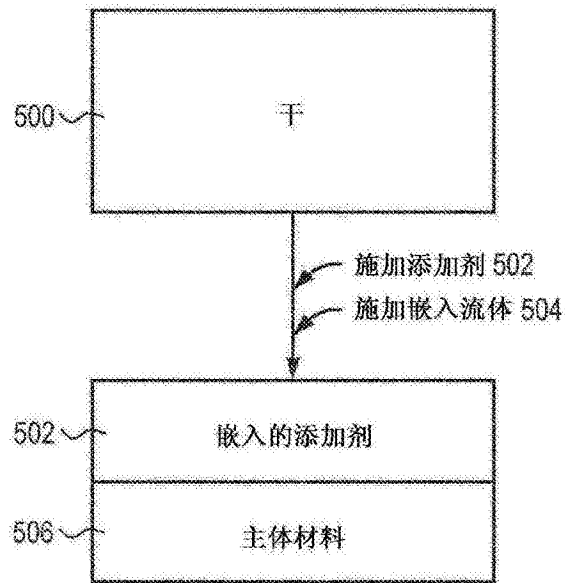


图5A

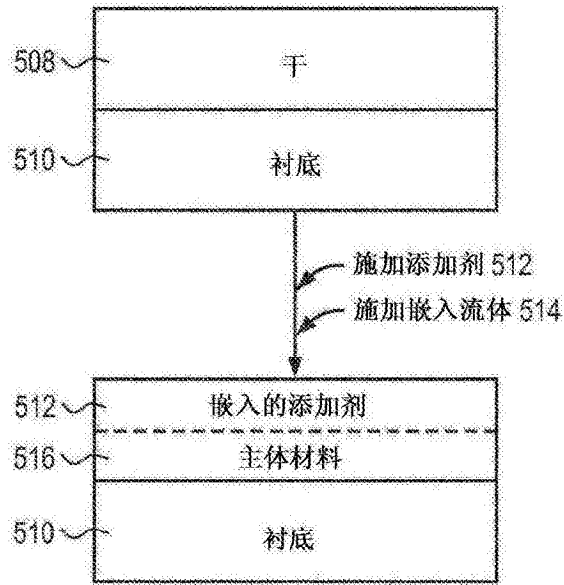


图5B

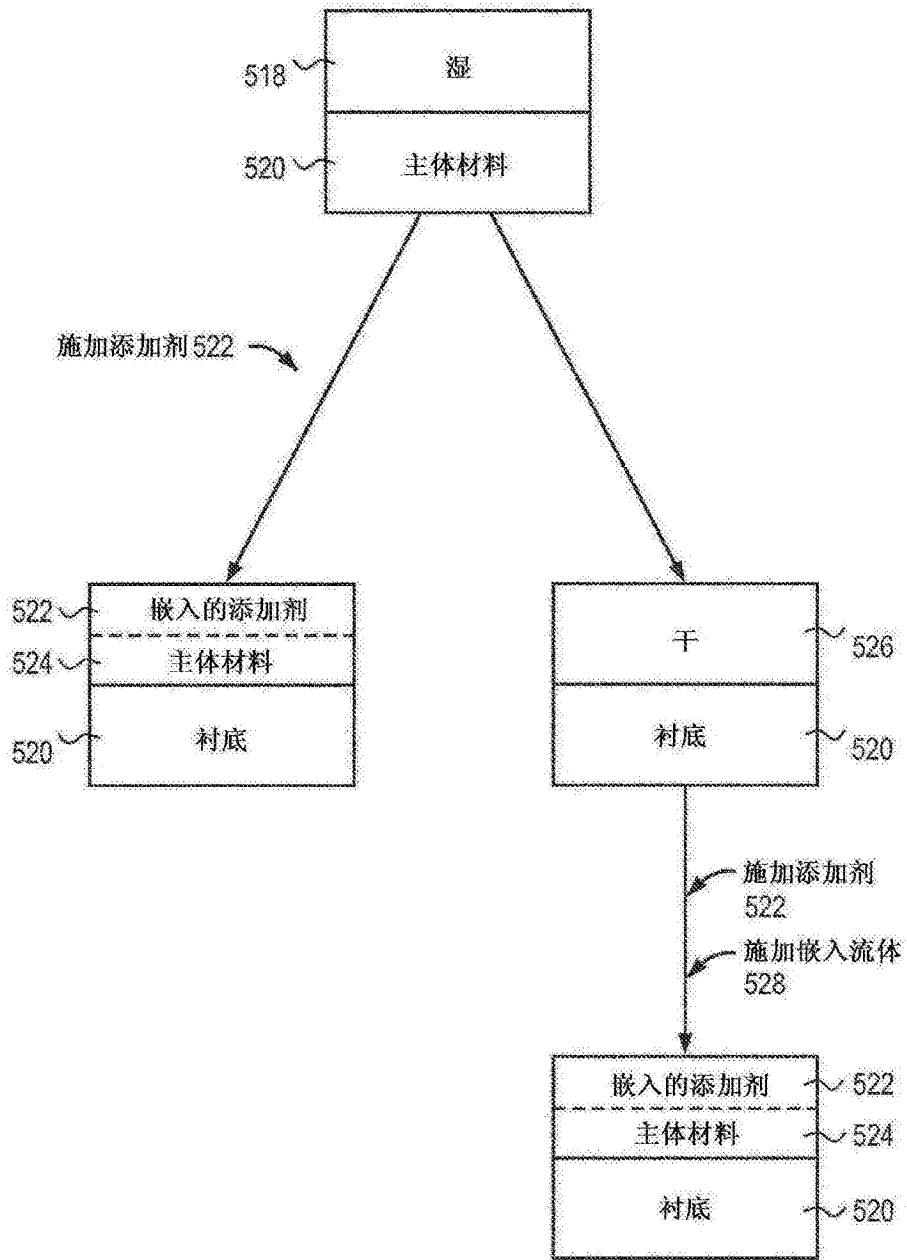


图5C

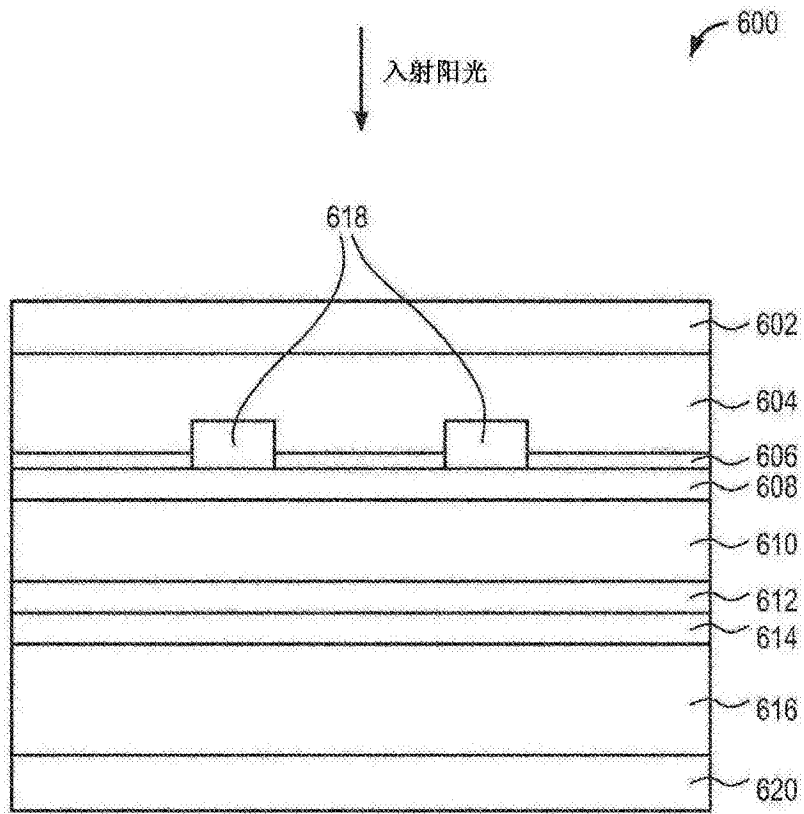


图6

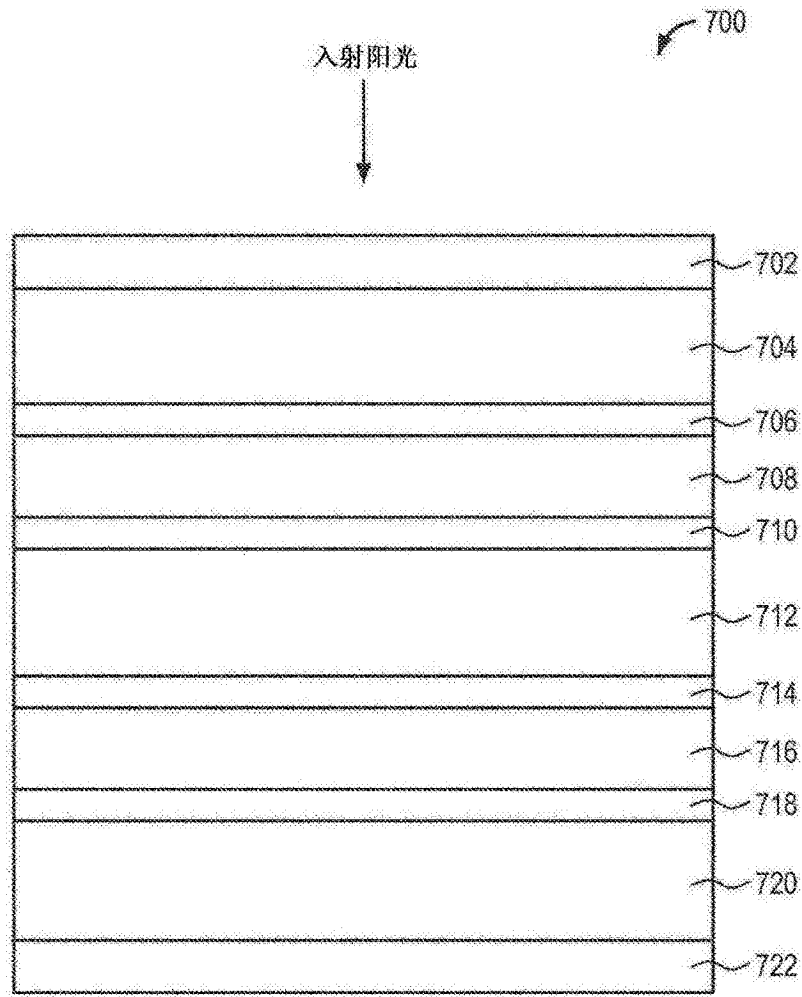


图7

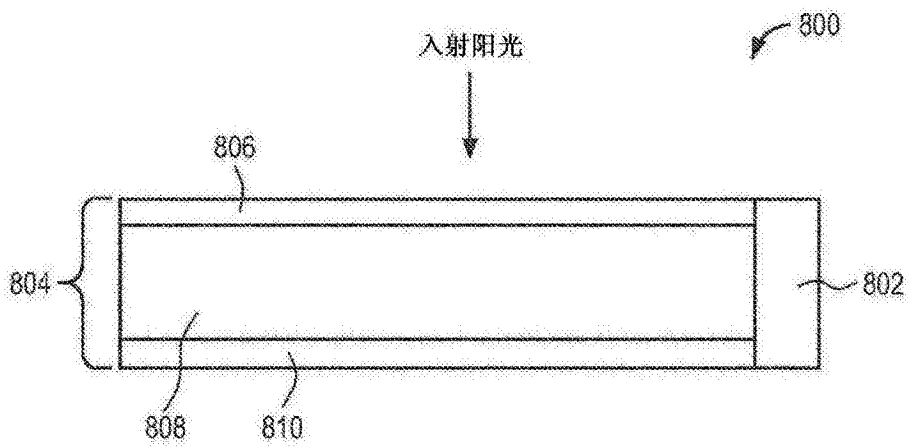


图8

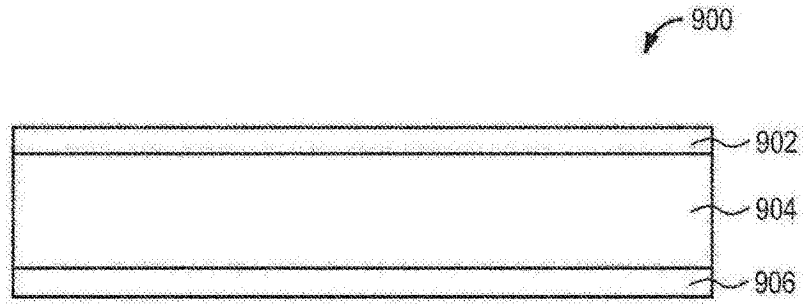


图9

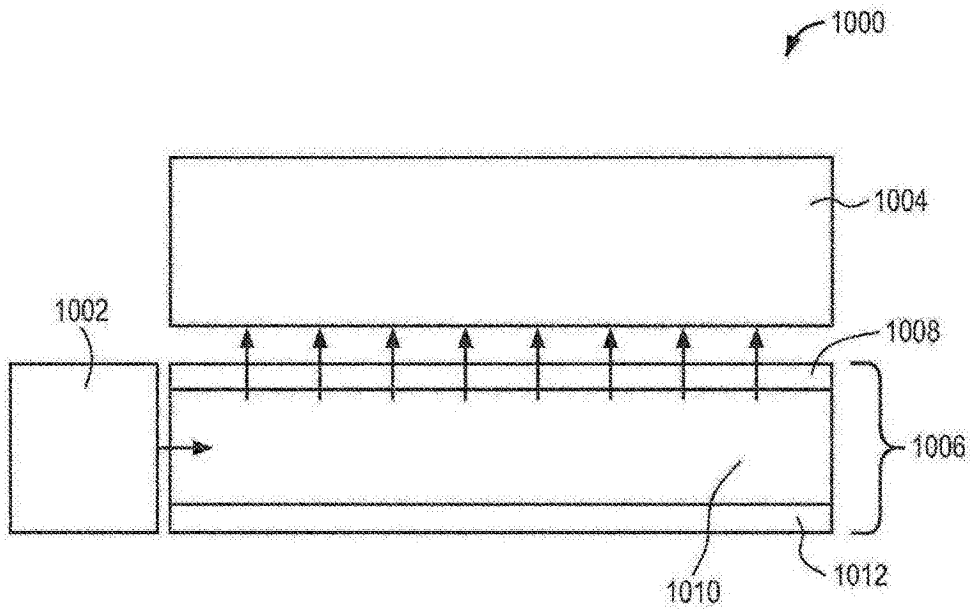


图10

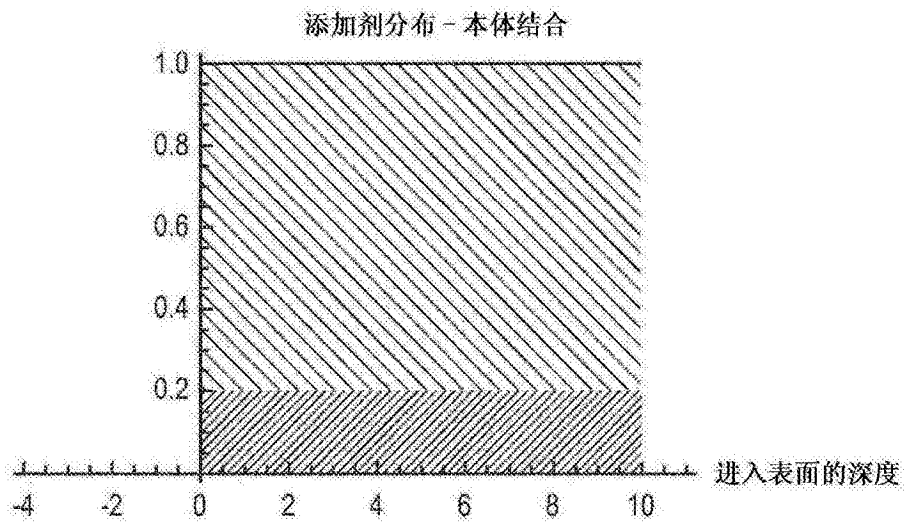


图11A

添加剂分布 - 在衬底上的涂层 / 分离的二次层

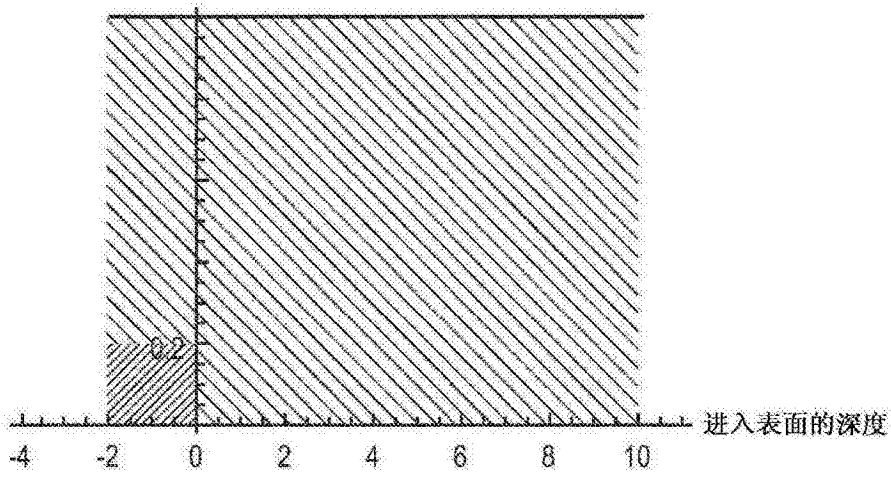


图11B

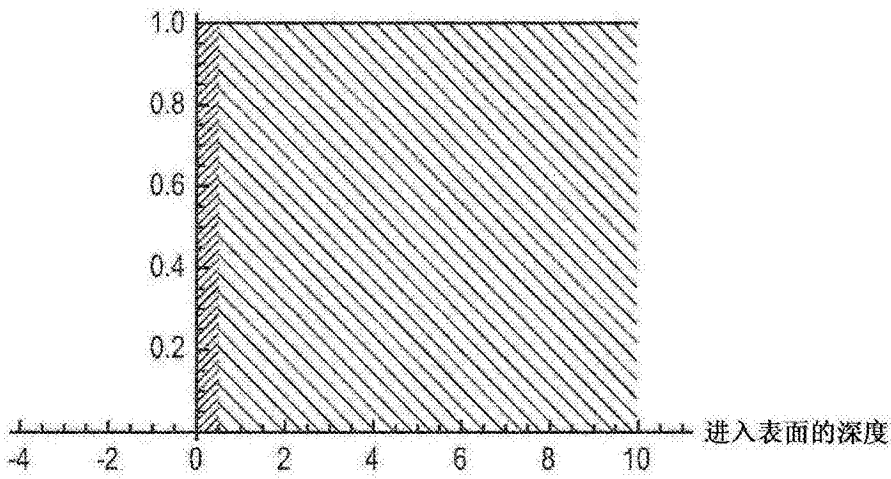


图11C



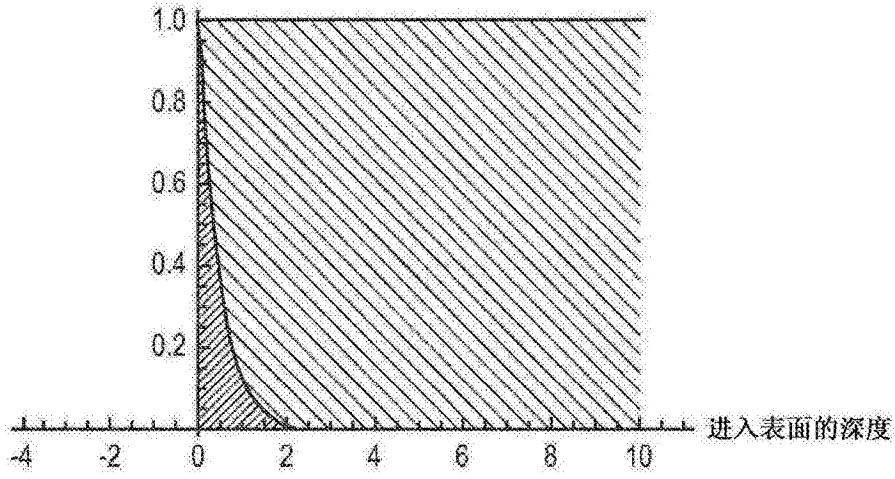


图11D

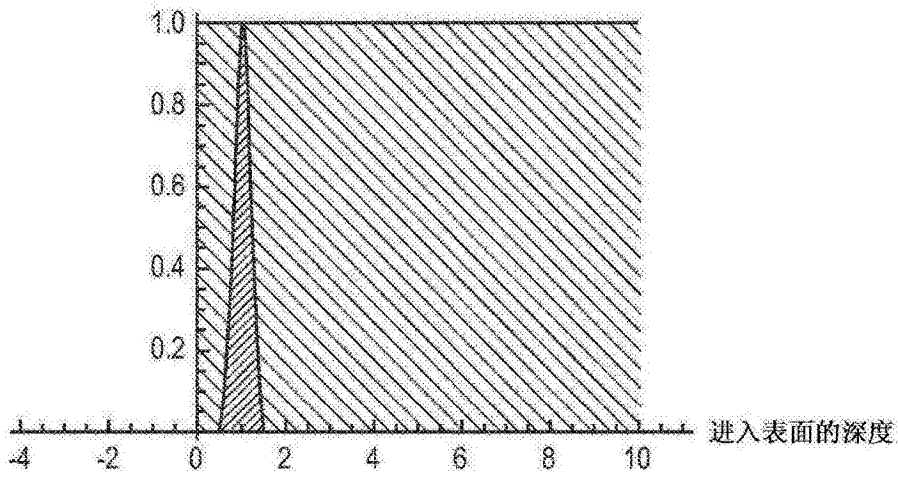


图11E

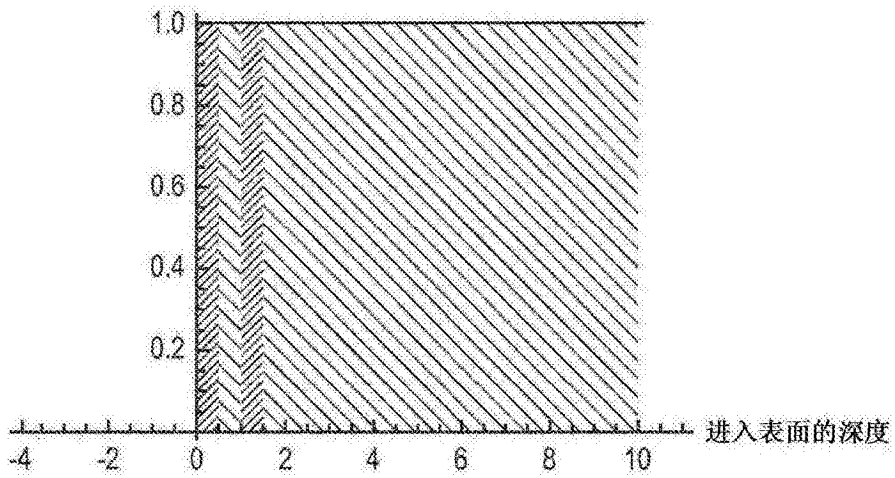


图11F

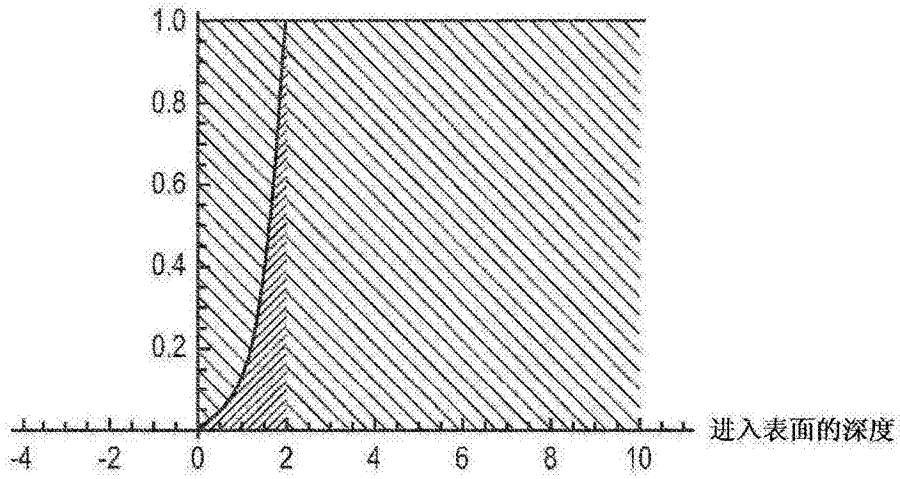


图11G

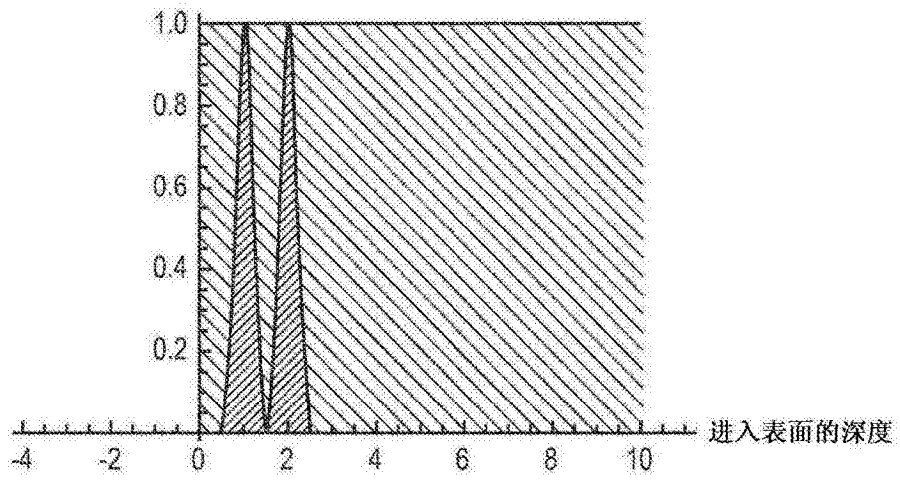


图11H

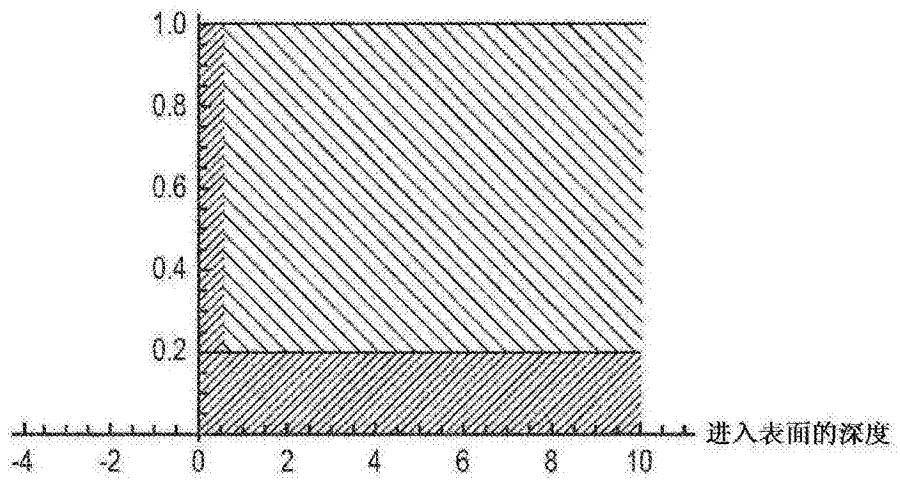


图11I

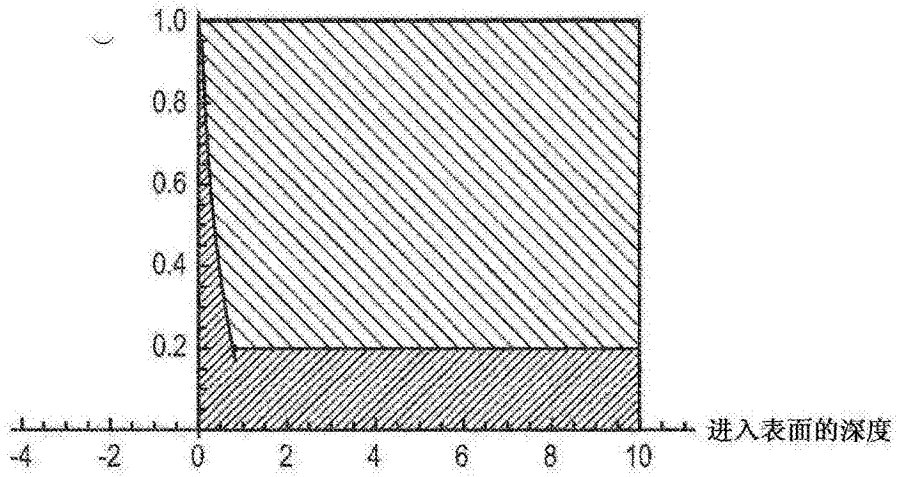


图11J

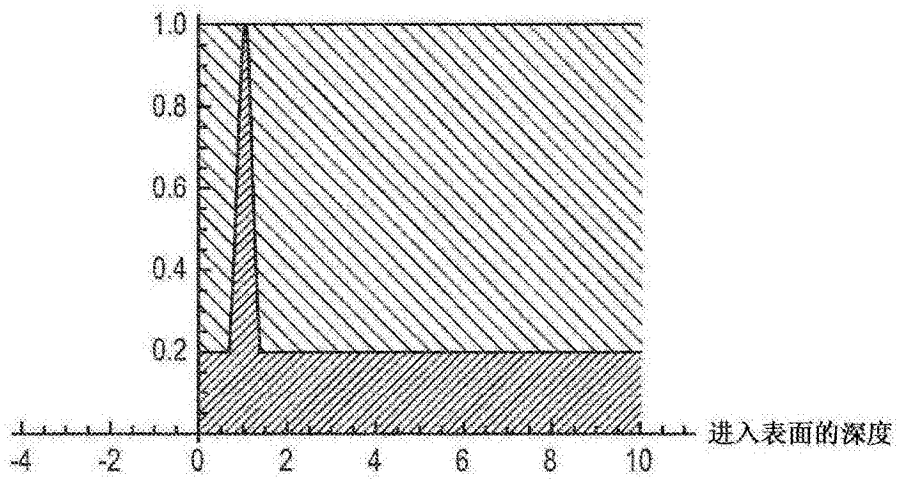


图11K

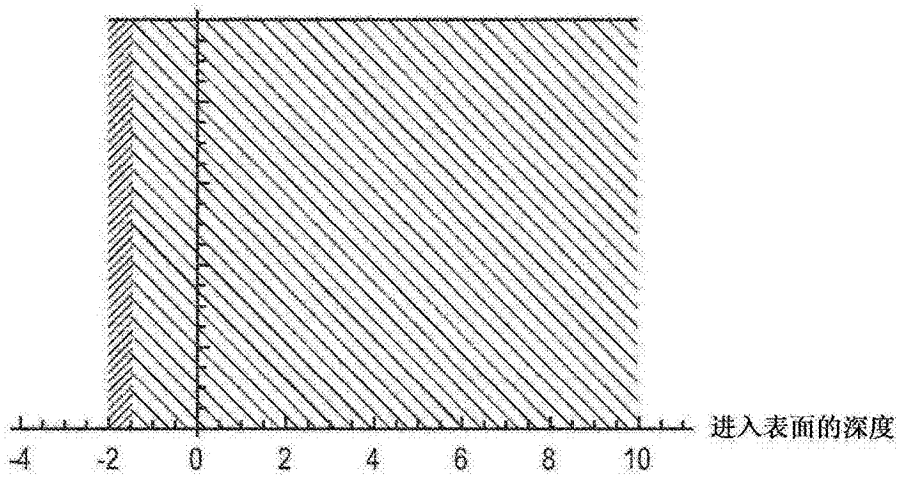


图11L

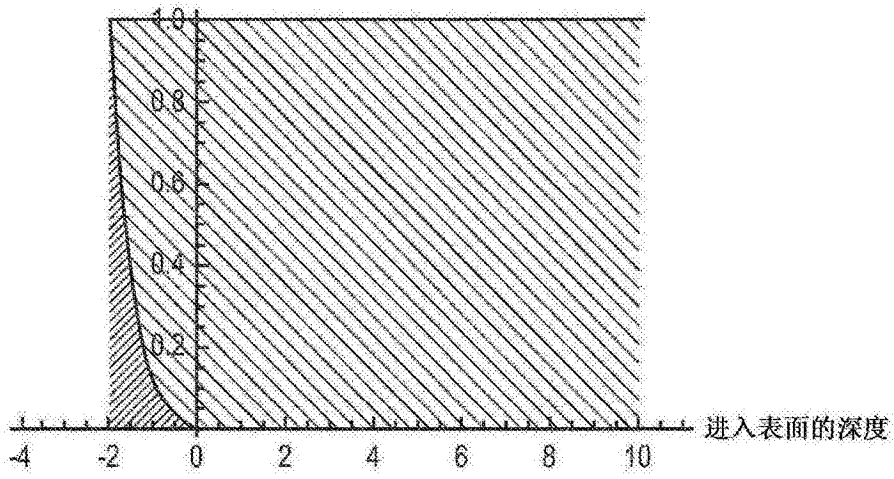


图11M

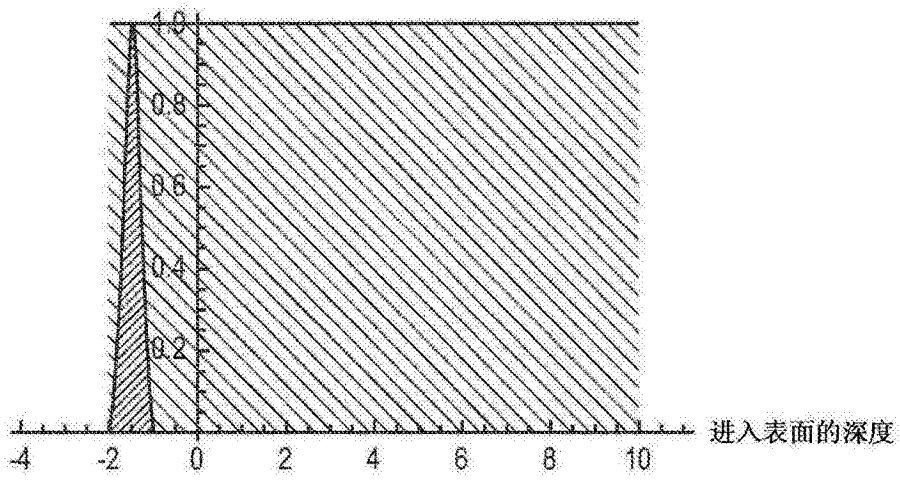


图11N

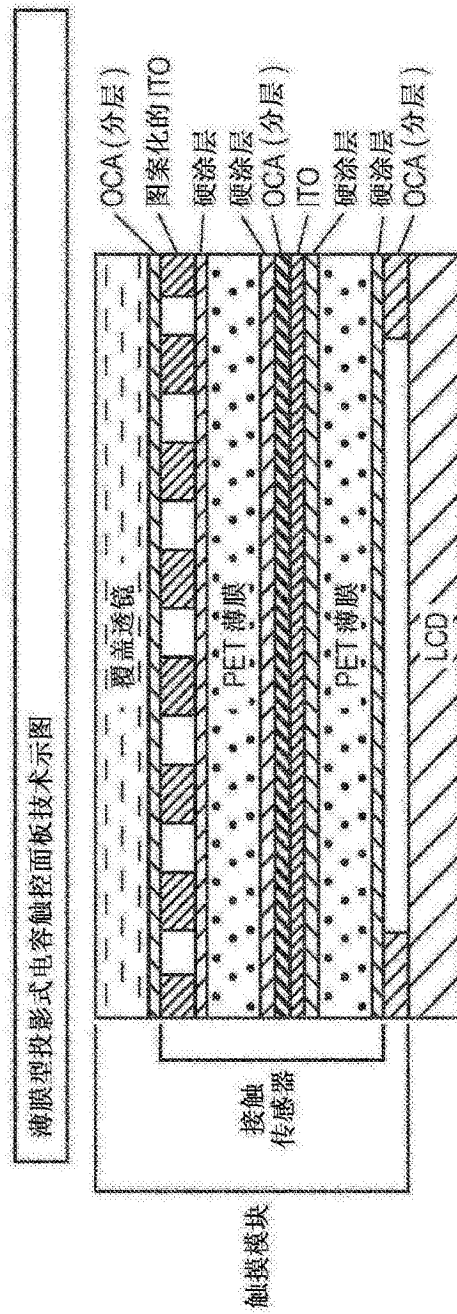


图12A

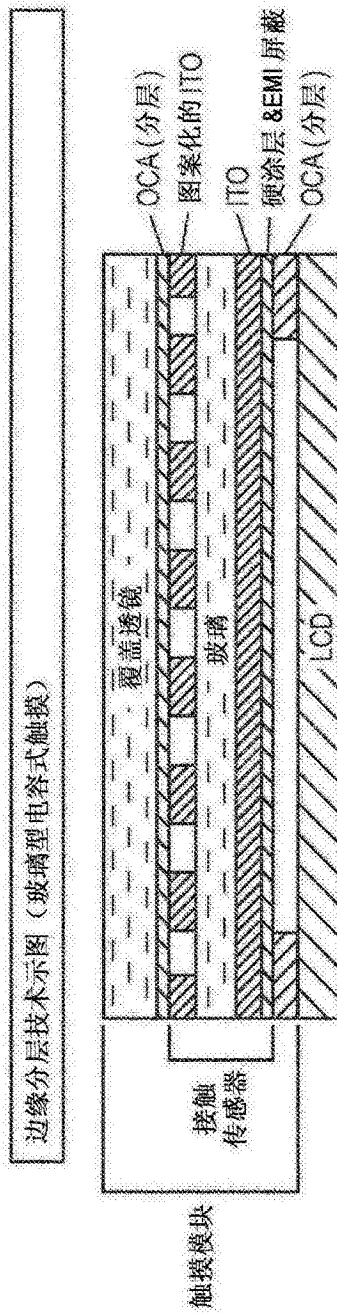


图12B

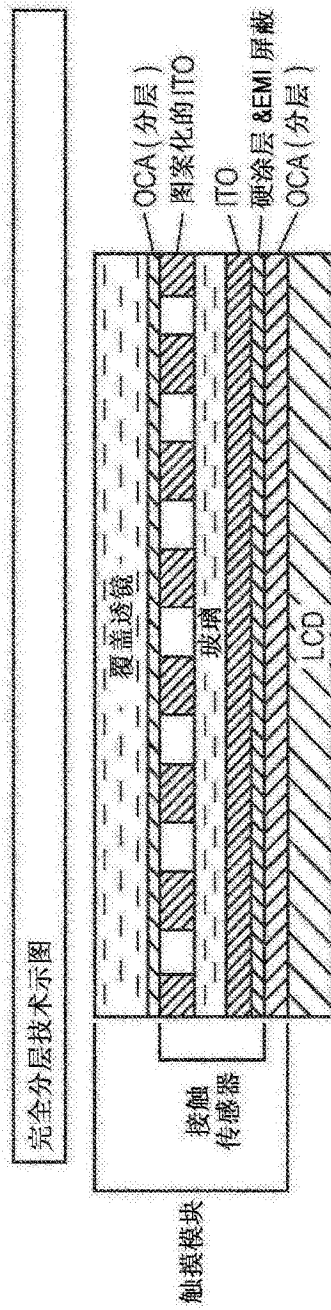


图12C

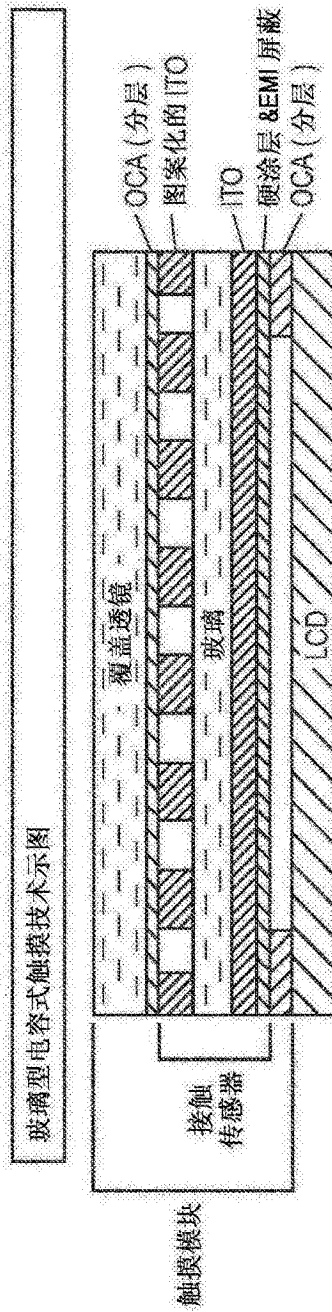


图12D



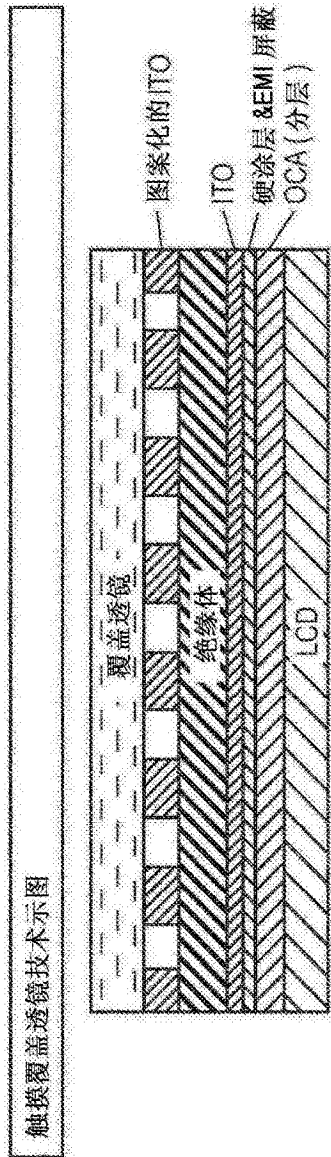


图12E

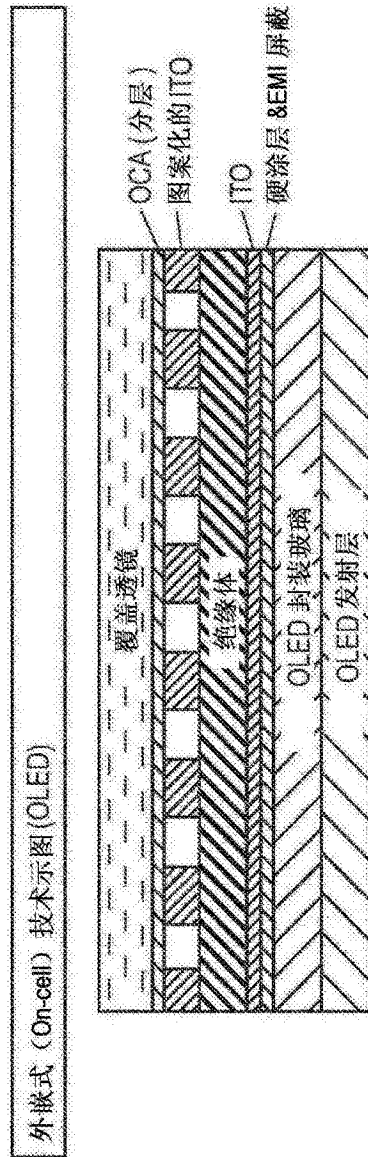


图12F

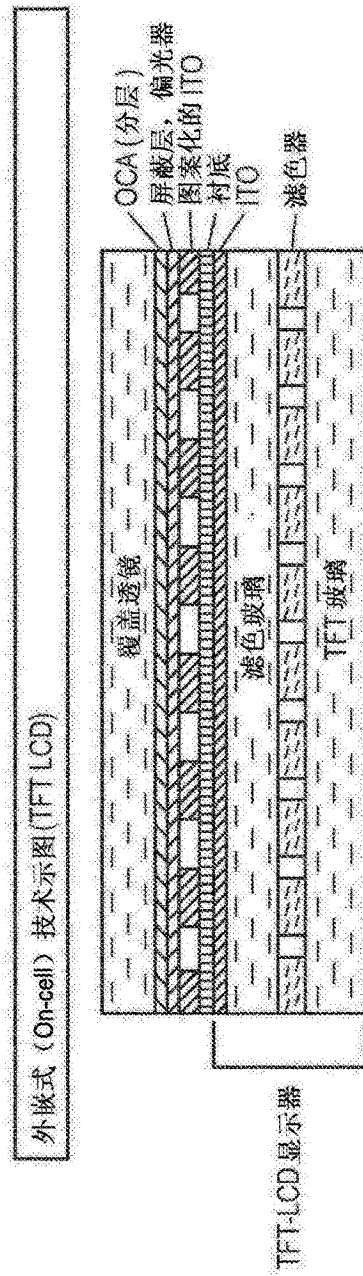


图12G

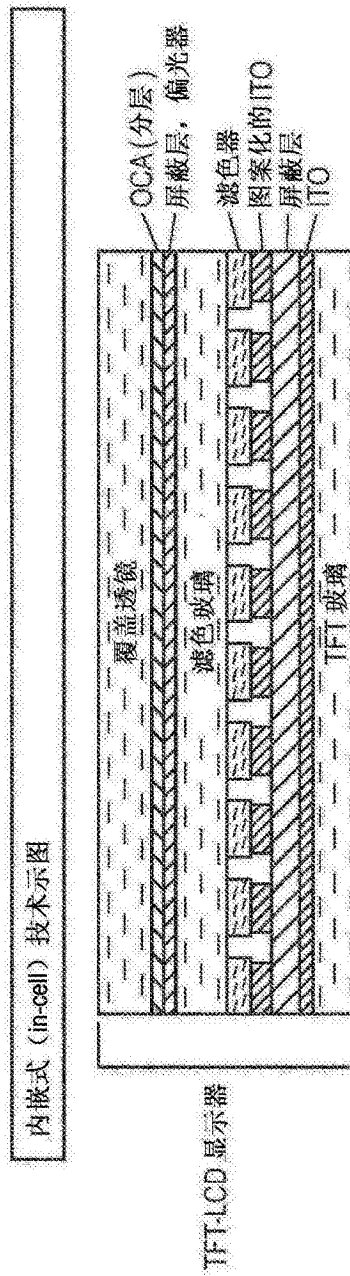


图12H