



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109659373 B

(45) 授权公告日 2024.04.12

(21) 申请号 201811180951.6

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.10.11

H01L 31/0216 (2014.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109659373 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2019.04.19

JP 2014179462 A, 2014.09.25

(30) 优先权数据

JP 5440731 B1, 2014.03.12

15/730,035 2017.10.11 US

JP H0294575 A, 1990.04.05

(73) 专利权人 丰田自动车工程及制造北美公司

JP H0742147 U, 1995.07.21

地址 美国得克萨斯

CN 1154388 A, 1997.07.16

专利权人 丰田自动车株式会社

US 2018304228 A1, 2018.10.25

(72) 发明人 D·班纳吉 工藤由纪 增田泰造

JP 2013229576 A, 2013.11.07

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

WO 2017090056 A1, 2017.06.01

专利代理人 李玲

JP 2011155175 A, 2011.08.11

JP 2014072455 A, 2014.04.21

WO 2013084951 A1, 2013.06.13

US 2021043787 A1, 2021.02.11

审查员 吴杏

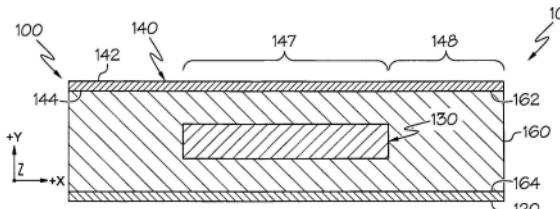
权利要求书1页 说明书11页 附图8页

## (54) 发明名称

有色太阳能板及包括该有色太阳能板的结构

## (57) 摘要

本申请涉及有色太阳能板及包括该有色太阳能板的结构。一种有色太阳能模块包括光入射面、背面和设置在所述光入射面与所述背面之间的光伏电池。颜色层跨所述有色太阳能模块的所述光入射面延伸。所述颜色层包括透明涂料和设置在所述透明涂料中的多个不透明反射颜料。所述颜色层中的所述不透明反射颜料的组成是在约0.25重量百分数(重量%)与约5.0重量%之间,以及所述有色太阳能模块的比较太阳能电池效率等于或大于70%。所述颜色层的定位在所述光伏电池正上方的第一部分与所述颜色层的不定位在所述光伏电池正上方的第二部分之间的色差在CIELAB颜色空间中被测量为小于约5.0。



1. 一种有色太阳能模块,包括:

太阳能模块,所述太阳能模块包括光入射面、背面和定位在所述光入射面与所述背面之间的光伏电池;

颜色层,所述颜色层跨所述太阳能模块的所述光入射面延伸,所述颜色层包括透明涂料层和设置在所述透明涂料层中的多个不透明反射颜料,其中:

所述颜色层中的所述多个不透明反射颜料的浓度是在0.25重量%与5.0重量%之间;

所述太阳能模块的比较太阳能电池效率等于或大于70%;以及

所述颜色层的定位在所述光伏电池正上方的第一部分与所述颜色层的不定位在所述光伏电池正上方的第二部分之间的色差在CIELAB颜色空间中被测量为小于3.0。

2. 根据权利要求1所述的有色太阳能模块,其中所述颜色层中的所述多个不透明反射颜料的所述浓度是在1.0重量%与2.0重量%之间。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的有色太阳能模块,其中所述多个不透明反射颜料反射具有在CIELAB颜色空间中被测量为等于或大于30的色度的颜色。

4. 根据权利要求1或权利要求2所述的有色太阳能模块,其中所述多个不透明反射颜料反射具有在CIELAB颜色空间中被测量为等于或大于50的色度的颜色。

5. 根据权利要求1或权利要求2所述的有色太阳能模块,其中所述光伏电池被设置在密封剂内。

6. 根据权利要求5所述的有色太阳能模块,其中所述颜色层与所述密封剂的光入射面直接接触。

7. 根据权利要求6所述的有色太阳能模块,还包括跨所述颜色层的光入射面延伸的透明层。

8. 根据权利要求7所述的有色太阳能模块,其中所述透明层由透明玻璃或者透明树脂形成。

9. 根据权利要求1或权利要求2所述的有色太阳能模块,还包括设置在所述光入射面与所述颜色层之间的透明层。

10. 根据权利要求1或权利要求2所述的有色太阳能模块,其中所述多个不透明反射颜料包括多个不透明全方位结构色反射颜料。

## 有色太阳能板及包括该有色太阳能板的结构

### 技术领域

[0001] 本说明书整体涉及太阳能板，并且更具体地涉及用于车体板的有色太阳能板。

### 背景技术

[0002] 用于将太阳辐射转换成电能的太阳能板是已知的。这样的太阳能板包括由单晶硅或者多晶硅形成的多个光伏电池，并且取决于所使用的是何种硅材料，这样的太阳能板具有深黑或深蓝的颜色。太阳能板在车辆、建筑物等上的使用以生成电能已经被考虑过，然而太阳能板的深黑或深蓝的颜色限制了消费者对它们的接受。

[0003] 因此，存在对展现出与相邻主体板相同的颜色的替代太阳能板的需求。

### 发明内容

[0004] 在一个实施例中，有色太阳能模块包括光入射面、背面以及定位在光入射面与背面之间的光伏电池。颜色层跨有色太阳能模块的光入射面延伸。颜色层包括透明涂料层和设置在透明涂料层中的多个不透明全方位结构色(OSC)反射颜料。OSC反射颜料在颜色层中的浓度在约0.25重量%到5.0重量%之间，并且有色太阳能模块具有等于或大于70%的比较太阳能电池效率。同样，颜色层的定位在光伏电池正上方的第一部分与颜色层的不定位在光伏电池正上方的第二部分之间的色差在CIELAB颜色空间中被测量为小于约5.0。在一些实施例中，OSC反射颜料在颜色层中的浓度是在约0.5重量%到约2.5重量%之间，并且有色太阳能模块具有大于80%的比较太阳能电池效率。同样，所述多个不透明OSC反射颜料可以反射具有在CIELAB颜色空间中被测量为等于或大于30的色度的颜色。颜色层可以与有色太阳能模块的光入射面直接接触，以及透明层可以跨颜色层的光入射面延伸。可替代地，透明层可以被设置在光入射面和颜色层之间。

[0005] 在另一个实施例中，有色太阳能模块包括密封剂、光入射面、背面和设置在密封剂内的在光入射面与背面之间的多个光伏电池。颜色层跨有色太阳能模块的光入射面延伸，并且颜色层包括透明涂料层和设置在透明涂料层中的多个不透明反射颜料。所述多个不透明反射颜料在颜色层中的浓度是在约0.25重量%到约5.0重量%之间，并且所述多个不透明反射颜料反射具有在CIELAB颜色空间被测量为等于或大于60的色度的颜色。同样，每个有色太阳能模块的比较太阳能电池效率等于或大于70%。颜色层的定位在所述多个光伏电池正上方的第一部分与颜色层的不定位在所述多个光伏电池正上方的第二部分之间的色差在CIELAB颜色空间中被测量为小于约5.0。在实施例中，所述多个不透明反射颜料是反射具有在CIELAB颜色空间被测量为等于或大于50的色度的颜色的多个不透明全方位结构色反射颜料。在一些实施例中，所述多个不透明OSC反射颜料反射具有在CIELAB颜色空间中被测量为等于或大于60的色度的颜色，例如等于或大于70的色度。颜色层可以与每个有色太阳能模块的光入射面直接接触，以及透明层可以跨颜色层的外表面延伸。可替代地，透明层可以被设置在颜色层和每个有色太阳能模块的光入射面之间。

[0006] 在另一个实施例中，具有有色太阳能模块的结构包括板以及定位为相邻于所述板

的有色太阳能模块。有色太阳能模块包括设置在密封剂内的在密封剂的光入射面与背面之间的光伏电池,以及跨密封剂的光入射面延伸的颜色层。颜色层包括透明涂料层和设置在透明涂料层中的多个不透明反射颜料。所述多个不透明反射颜料在颜色层中的浓度是在约0.25重量%到约5.0重量%之间,并且所述多个不透明反射颜料反射具有在CIELAB颜色空间中被测量为大于60的色度的颜色。板与有色太阳能模块之间的色差在CIELAB颜色空间中被测量为小于约5.0,以及有色太阳能模块的比较太阳能电池效率等于或大于70%。在实施例中,太阳能板包括跨颜色层的外表面延伸的透明层。在这样的实施例中,粘合剂层可以被设置在颜色层和透明层之间。在其他实施例中,太阳能板包括设置在颜色层和每个太阳能电池的光入射面之间的透明层。

[0007] 考虑到以下详细的描述连同附图,本文描述的实施例所提供的这些特征和另外的特征将被更充分地理解。

## 附图说明

[0008] 附图中提出的实施例本质上是说明性的和示例性的并且不意图限制由权利要求限定的主题。当连同附图一起阅读时,以下对说明性实施例的详细描述可以被理解,其中相似的结构用相似的附图标记指示并且其中:

[0009] 图1示意性地描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的具有颜色层的太阳能模块的截面图;

[0010] 图2示意性地描绘了图1中的颜色层的放大图;

[0011] 图3示意性地描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的不透明全方位结构色反射颜料的侧视图;

[0012] 图4示意性地描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的不透明全方位结构色反射颜料的侧视图;

[0013] 图5图示描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的不透明全方位结构色反射颜料的反射谱;

[0014] 图6图示描绘了CIELAB颜色空间;

[0015] 图7示意性地描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的具有颜色层的太阳能模块的截面图;

[0016] 图8示意性地描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的具有颜色层的太阳能模块的截面图;

[0017] 图9示意性地描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的具有颜色层的太阳能模块的截面图;

[0018] 图10示意性地描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的由多个太阳能电池形成的太阳能模块;

[0019] 图11示意性地描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的具有包括由多个太阳能电池形成的太阳能模块的主体板的车辆;

[0020] 图12图示描绘了根据本文公开和描述的一个或多个实施例的具有颜色层的太阳能模块的色差随颜色层中不透明全方位结构色反射颜料浓度的变化;以及

[0021] 图13图示描绘了针对根据本文公开和描述的一个或多个实施例的具有颜色层的

太阳能模块的比较太阳能电池效率随颜色层中不透明全方位结构色反射颜料浓度的变化。

## 具体实施方式

[0022] 根据本文描述的一个或多个实施例,有色太阳能板一般可以包括跨太阳能板的光入射面延伸的颜色层和设置在颜色层下方的光伏电池。本文描述的颜色层可以利用不透明颜料,例如反射具有高色度的颜色(也在本文中被称为“高色度颜色”)的不透明全方位结构色(OSC)反射颜料。由颜料提供的高色度颜色允许用设置在颜色层内的颜料的相对低浓度来获得颜色层的期望颜色。设置在颜色层内的颜料的相对低浓度也允许足够的太阳辐射通过颜色层并且入射在光伏电池上,使得具有期望颜色的有色太阳能板具有等于或大于70%的比较太阳能电池效率。因此,提供了具有可接受的太阳能电池效率的有色太阳能板。

[0023] 本文描述的有色太阳能板可以被设置在诸如建筑物、车辆等的结构的墙壁、表面等上。非限制性示例包括办公大楼、工业建筑、体育馆和车体板的外部表面。车体板的非限制性示例包括车辆发动机罩板、车辆顶板、车辆门板、车辆后顶盖面板等。有色太阳能板的利用允许太阳能板被包括作为这样的结构的一部分并且将太阳辐射转换成电能。有色太阳能板及使用该有色太阳能板的方法的各种实施例将在本文中具体参考所附附图被进一步地详细描述。

[0024] 图1一般地描绘了有色太阳能模块的一个实施例。有色太阳能模块包括光入射面、背面和设置在密封剂内的在光入射面与背面之间的光伏电池。颜色层跨有色太阳能模块的光入射面延伸,使得在被观察者观察时有色太阳能模块具有期望颜色。如本文所使用的,术语“期望颜色”是指看起来不会与没有太阳能模块的相邻板在被观察者观察时的颜色不同的有色太阳能模块的颜色(也在本文中被称为“色差”)。没有太阳能模块的相邻板的示例包括由钣金、纤维玻璃、聚合物或者诸如此类形成的被涂覆的建筑物墙壁和车体板。

[0025] 颜色层包括多个不透明反射颜料,例如可以反射具有高色度的颜色的不透明OSC反射颜料。也就是说,颜色层从不透明反射颜料获得或者提供它的“颜色”。如本文所使用的,术语“色度”是指颜色的纯度或强度,以及本文所使用的术语“高色度”是指在下文会更详细描述的国际照明委员会(Co<sup>m</sup>mission internationale de l'éclairage) L\*a\*b\*(CIELAB)颜色空间中被测量为等于或大于60的颜色色度。因此,在实施例中,颜色层包括多个不透明反射颜料,例如反射具有等于或大于60的色度的颜色的不透明OSC反射颜料。在其他实施例中,颜色层包括多个不透明反射颜料,例如反射具有小于或等于60的色度的颜色的不透明OSC反射颜料。例如,颜色层可以包括多个不透明反射颜料,例如反射具有等于或大于30、等于或大于40、等于或大于50、等于或大于60、等于或大于70、等于或大于80、等于或大于90、等于或大于100的色度的颜色以及反射具有小于或等于110、小于或等于100、小于或等于90、小于或等于80、小于或等于70、小于或等于60、小于或等于50或者小于或等于40的色度的颜色的不透明OSC反射颜料。被不透明反射颜料反射的具有高色度的颜色使用不透明反射颜料在颜色层内的相对低浓度来为颜色层提供期望颜色。如本文所使用的,术语“相对低浓度”是指小于或等于10重量百分数(即,≤10重量%),例如小于或等于颜色层的总组成的5重量%。同样,不透明反射颜料的相对低浓度允许足够的太阳辐射通过颜色层并且入射在光伏电池上,使得有色太阳能模块的比较太阳能电池效率与非有色太阳能模块相比等于或大于60%。例如,在实施例中,有色太阳能模块的比较太阳能电池效率等于或大

于70%。在这样的实施例中,有色太阳能模块的比较太阳能电池效率可以等于或大于80%。  
[0026] 还是参考图1,有色太阳能模块10的实施例包括光入射面162、背面164和设置在密封剂160内的在光入射面162与背面164之间的光伏电池130。如本文所使用的,术语“光入射面”是指传播到光伏电池130的太阳辐射首次入射到其上的有色太阳能模块10的层的表面。也就是说,有色太阳能模块10的层的光入射面是当有色太阳能模块10被定向为接收太阳辐射并从入射在光伏电池130上的太阳辐射生成电力时面向太阳的表面。术语“背面”是有色太阳能模块10的层的与光入射面间隔开的表面。背板120可以跨背面164延伸以及颜色层140跨光入射面162延伸。颜色层140包括定位在光伏电池130正上方(+Y方向)的第一部分147和不定位在光伏电池130正上方的第二部分148。同样,当被观察者在图中所描绘的-Y方向观察时,颜色层140和有色太阳能模块10具有期望颜色。

[0027] 参考图2,描绘的是颜色层140和被密封在密封剂160内的光伏电池130的放大图。颜色层140可以包括具有光入射面142和背面144的透明涂料层146。如本文所使用的,术语“透明涂料层”是指透明的涂料层。设置在透明涂料层146内的是多个不透明反射颜料150。在实施例中,不透明反射颜料是不透明OSC反射颜料。如本文所使用的,术语“不透明OSC反射颜料”或“多个不透明OSC反射颜料”是指不透明的并且在被从不同角度(例如,0°和45°)观察时显现肉眼不可察觉的颜色变化的颜料。也就是说,当不透明OSC反射颜料的表面被从不同角度(例如,0°和45°)观察时,不透明OSC反射颜料不对观察者变化颜色。因此,当颜色层140的光入射面142被从不同角度(例如,0°和45°)观察时,具有设置在透明涂料层146内的不透明OSC反射颜料150的颜色层140不对观察者变化颜色。设置在透明涂料层中的不透明反射颜料150和本文描述的其他颜料的浓度可以等于或小于5.0重量%、4.8重量%、4.6重量%、4.4重量%、4.2重量%、4.0重量%、3.8重量%、3.6重量%、3.4重量%、3.2重量%、3.0重量%、2.8重量%、2.6重量%、2.4重量%、2.2重量%、2.0重量%、1.8重量%、1.6重量%、1.4重量%、1.2重量%、1.0重量%、0.8重量%或0.6重量%,以及浓度可以大于或等于0.2重量%、0.4重量%、0.6重量%、0.8重量%、1.0重量%、1.2重量%、1.4重量%、1.6重量%、1.8重量%、2.0重量%、2.2重量%或2.4重量%。在实施例中,设置在透明涂料层146中的不透明反射颜料150的浓度可以是在约0.4重量%与约2.4重量%之间。在一些实施例中,设置在透明涂料层146中的不透明反射颜料150的浓度可以是在约0.4重量%与约1.0重量%之间。在其他实施例中,设置在透明涂料层146中的不透明反射颜料150的浓度可以是在约1.0重量%与约2.0重量%之间。在其他实施例中,设置在透明涂料层146中的不透明反射颜料150的浓度可以是在约0.6重量%与约1.4重量%之间。

[0028] 在实施例中,背板120可以由聚合物材料形成。用于形成背板120的材料的非限制性示例包括乙烯醋酸乙烯酯(EVA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚氟乙烯(PVF)、基于三元乙丙橡胶(EPDM)的聚合物以及它们的组合。透明涂料层146可以是氨基甲酸乙酯透明涂料层、丙烯酸透明涂料层或诸如此类。密封剂160可以由热塑性塑料诸如乙烯基聚合物形成来在太阳能电池使用期间保护光伏电池免受水分、尘埃、冰等的危害。在实施例中,密封剂160由聚醋酸乙烯酯(PVA)形成。密封剂160也可以包括特征以增强密封剂160内的光收集。增强光收集的非限制性特征包括粗糙玻璃表面、衍射元件、棱镜阵列、空气棱镜、v型槽、扩散元件、多方向波导阵列和/或将红外光转换成可见光的活性涂层。

[0029] 如图2中所示意性描绘的,入射在颜色层140上的光的第一部分被不透明反射颜料

150反射(用箭头“R”表示)以及光的第二部分没有被反射而是通过颜色层140透射进入(用箭头“T”表示)密封剂160。透射通过颜色层140的光T可以入射在光伏电池130上。光伏电池130包括具有光入射面133的n型层132和具有背面135的p型层134。第一电引线136与n型层132的光入射面133进行电通信并且第二电引线138与p型层134的背面135进行电通信。入射在n型层132的光入射面133的光T驱逐n型层中的电子从而创造自由电子和带正电的空穴。自由电子通过第一电引线136和第二电引线138流向与p型层134的背面135来提供从光伏电池130流出的电流“i”。

[0030] 不透明反射颜料150在颜色层140内的相对低浓度允许足够的光T通过透明涂料层146并且入射在光伏电池130上,使得有色太阳能模块10具有等于或大于60%、65%、70%、75%、80%、85%或90%的比较太阳能电池效率,以及具有小于或等于99%、95%、90%、85%、80%、75%或70%的比较太阳能电池效率。如本文所使用的,术语“比较太阳能电池效率”是指与没有颜色层的太阳能模块相比较,由具有颜色层的太阳能模块(有色太阳能模块)提供的能量的量。也就是说,有色太阳能模块的比较太阳能电池效率(CSCE%)由以下表达式给出:

$$[0031] \quad CSCE(\%) = E_{CSM}/E_{ref} \times 100 \quad (1)$$

[0032] 其中 $E_{CSM}$ 是由有色太阳能模块提供的能量以及 $E_{ref}$ 是由没有颜色层的太阳能模块提供的能量。在实施例中,有色太阳能模块10具有等于或大于60%的比较太阳能电池效率,例如等于或大于70%,或者等于或大于80%。在一些实施例中,不透明反射颜料150在颜色层140内的相对低浓度允许足够的光T通过透明涂料层146并且入射在光伏电池130上,使得有色太阳能模块10具有在约75%与约85%之间的比较太阳能电池效率。在这样的实施例中,有色太阳能模块10可以具有在约78%与约82%之间的比较太阳能电池效率。同样,被不透明反射颜料150反射的高色度(强度)颜色导致不透明反射颜料150的相对低浓度向颜色层140提供以期望颜色。因此,有色太阳能模块具有用于作为车体板使用或者被包括作为车体板的一部分的期望颜色。

[0033] 如图2中所描绘的,不透明反射颜料150可以相对于密封剂160的光入射面162和透明涂料层146的光入射面142被定向在不同的角度。在其中不透明反射颜料150是不透明OSC反射颜料150的实施例中,不透明OSC反射颜料150的全方位性质导致颜色层140在被观察者从不同角度观察时具有或显现不偏移的颜色,这将在下文更详细地描述。

[0034] 现在参考图3,描绘的是不透明OSC反射颜料150的实施例。不透明OSC反射颜料150可以包括:芯层152,也被称为反射层152;第一层154,所述第一层154跨反射层152延伸;以及第二层156,所述第二层156跨第一层154延伸。在实施例中,第一层154与反射层152直接接触并且第二层156与第一层154直接接触。如图3中所描绘的,在一些实施例中,不透明OSC反射颜料150通过定位在第一层对154、154a之间的反射层152以及定位在第二层对156、156a之间的反射层152与第一层对154、154a形成。也就是说,第一层154跨反射层152的上表面(+Y方向)延伸并且相对设置的第一层154a跨反射层152的底表面(-Y方向)延伸。同样,第二层156跨第一层154的外表面(+Y方向)延伸并且相对设置的第二层156a跨第一层154a的外表面(-Y方向)延伸。

[0035] 用于形成反射层152的材料的非限制性示例包括铝(A1)、银(Ag)、铬(Cr)和它们的合金。如本文所使用的,术语“它们的合金”除非另外声明否则不仅仅限于由所列出的元素

形成的合金。例如,反射层152可以由Al、Ag、Cr、包含不是Ag与Cr的元素的Al合金或者除Ag和/或Cr之外还包含元素的Al合金等形成。可替代地,反射层152可以由只包含Al、Ag和/或Cr的Al合金形成,以及偶然的杂质出自Al合金的制造中。应当理解的是,反射层152和本文描述的其他反射层防止或阻挡光通过不透明OSC反射颜料150,即反射层,致使OSC反射颜料“不透明”。

[0036] 在实施例中,第一层154、154a是电介质层,以及第二层156、156a是吸收体层。在其他实施例中,第一层154、154a是吸收体层,以及第二层156、156a是电介质层。用于形成电介质层的材料的非限制性示例包括硫化锌(ZnS)、氟化镁(MgF<sub>2</sub>)和二氧化钛(TiO<sub>2</sub>)。用于形成吸收体层的材料的非限制性示例包括铬(Cr)、锗(Ge)、镍(Ni)、不锈钢、钯(Pd)、钛(Ti)、硅(Si)、钒(V)、钴(Co)、钨(W)、钼(Mo)、铌(Nb)和它们的合金。

[0037] 第一层154可以由与第一层154a相同的材料形成和/或第二层156可以由与第二层156a相同的材料形成。可替代地,第一层154不由与第一层154a相同的材料形成和/或第二层156不由与第二层156a相同的材料形成。第一层154的厚度可以与第一层154a的厚度相同和/或第二层156的厚度可以与第二层156a的厚度相同。可替代地,第一层154的厚度与第一层154a的厚度不相同和/或第二层156的厚度与第二层156a的厚度不相同。在实施例中,反射层152具有在约50纳米(nm)与约200nm之间的厚度,以电介质层的形式的第一层154、154a和第二层156、156a各自具有在对照波长的约0.1四分之一波(QW)与约4.0QW之间的厚度,以及以吸收体层的形式的第一层154、154a和第二层156、156a各自具有在约5nm与约20nm之间的厚度。如本文所使用的,术语“四分之一波”或“对照波长的四分之一波”是指厚度等于被不透明OSC反射颜料反射的可见光带的中心波长的四分之一(1/4)。也就是说,对照波长等同于由不透明OSC反射颜料150和本文公开的其他不透明OSC反射颜料提供的窄反射可见光带的中心波长。

[0038] 尽管图3描绘了五层的不透明OSC反射颜料,应当理解的是少于五层或者多于五层的不透明OSC反射颜料可以被设置在透明涂料层146内并且向颜色层140提供以期望颜色。例如,图4描绘了七层的不透明OSC反射颜料190的实施例。不透明OSC反射颜料190可以包括反射层192、跨反射层192延伸的第一层194、跨第一层194延伸的第二层196以及跨第二层196延伸的第三层198。在实施例中,第一层194与反射层192直接接触,第二层196与第一层194直接接触,以及第三层198与第二层196直接接触。在一些实施例中,不透明OSC反射颜料190通过定位在第一层对194、194a之间的反射层192,定位在第二层对196、196a之间的反射层192与第一层对194、194a,以及定位在第三层对198、198a之间的反射层192、第一层对194、194a与第二层对196、196a形成。也就是说,第一层194跨反射层192的上表面(+Y方向)延伸并且相对设置的第一层194a跨反射层192的底表面(-Y方向)延伸;第二层196跨第一层194的外表面(+Y方向)延伸并且相对设置的第二层196a跨第一层194a的外表面(-Y方向)延伸;以及第三层198跨第二层196的外表面(+Y方向)延伸并且相对设置的第三层198a跨第二层196a的外表面(-Y方向)延伸。

[0039] 反射层192的非限制性示例包括由Al、Ag、Cr和它们的合金形成的层。在实施例中,第一层194、194a是电介质层,第二层196、196a是吸收体层以及第三层198、198a是电介质层。在其他实施例中,第一层194、194a是选择性吸收体层,第二层196、196a是吸收体层以及第三层198、198a是电介质层。在其他实施例中,第一层194、194a是电介质层,第二层196、

196a是吸收体层以及第三层198、198a是选择性吸收体层。如本文所使用的，术语“选择性吸收体层”是指吸收可见光的第一范围多于可见光的第二范围的层，例如，选择性吸收体层可以吸收红光多于蓝光、蓝光多于红光等。用于形成反射层的材料的非限制性示例包括Al、Ag、Cr和它们的合金。用于形成电介质层的材料的非限制性示例包括ZnS、MgF<sub>2</sub>、和TiO<sub>2</sub>，以及用于形成选择性吸收体层的材料的非限制性示例包括由Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiN、铜和黄铜形成的层。用于形成吸收体层的材料的非限制性示例包括Cr、Ge、Ni、不锈钢、Pd、Ti、Si、V、Co、W、Mo、Nb和它们的合金。

[0040] 第一层194可以由与第一层194a相同的材料形成，第二层196可以由与第二层196a相同的材料形成，和/或第三层198可以由与第三层198a相同的材料形成。可替代地，第一层194不由与第一层194a相同的材料形成，第二层196不由与第二层196a相同的材料形成，和/或第三层198不由与第三层198a相同的材料形成。同样，第一层194的厚度可以与第一层194a的厚度相同，第二层196的厚度可以与第二层196a的厚度相同，和/或第三层198可以与第三层198a的厚度相同。可替代地，第一层194的厚度与第一层194a的厚度不相同，第二层196的厚度与第二层196a的厚度不相同，和/或第三层198与第三层198a的厚度不相同。在实施例中，反射层192具有在约50纳米(nm)与约200nm之间的厚度。以电介质层的形式的第一层194、194a与第三层198、198a各自具有在约0.1QW与约4.0QW之间的厚度；以选择性吸收体层的形式的第一层194、194a与第三层198、198a各自具有在约5nm与约500nm之间的厚度；以及以吸收体层的形式的第二层196、196a各自具有在约5nm与约20nm之间的厚度。

[0041] 如上文所提到的，本文描述的不透明OSC反射颜料在被观察者从不同角度观察时显现不偏移的颜色。对不透明OSC反射颜料的不偏移的颜色的一种测量是，当被在不同角度观察时不透明OSC反射颜料的反射谱的偏移或移动。具体地，图5描绘了用白光照亮并且被在0°(垂直于外表面)和45°观察的不透明OSC反射颜料190的两个反射谱。不透明OSC反射颜料190具有：厚度为50nm的由Al形成的反射层192；厚度为72nm的由ZnS(电介质层)形成的第一层194、194a；厚度为15nm的由Cr(吸收体层)形成的第二层196、196a；以及厚度为70nm的由ZnS(电介质层)形成的第三层198、198a。当被在0°观察时不透明OSC反射颜料190的反射谱具有约75nm的可见光的最大反射率强度一半处测量的全宽(FWHM)以及约430nm的中心波长。当被在45°观察时不透明OSC反射颜料190的反射谱具有约100nm的FWHM以及约445nm的中心波长。因此，当被在0°与45°之间的角度观察时，不透明OSC反射颜料190反射窄可见光带(<200nm)具有小于或等于15nm的中心波长偏移(也在本文中被称为“色移”)，当观察不透明OSC反射颜料190的外表面时这样的色移对肉眼来说是不可检测的。应当理解的是，肉眼不可检测的色移取决于被观察者观察的颜色(色调)及其强度(色度)。同样，在实施例中，本文描述的不透明OSC反射颜料可以具有小于50nm的中心波长偏移，例如小于40nm、小于30nm、小于20nm或小于15nm，所有这些偏移对于被给定的不透明OSC反射颜料反射的色调和色度(颜色)都是肉眼不可检测的。

[0042] 尽管上文描述了包括电介质层、吸收体层和选择性吸收体层的五层不透明OSC反射颜料150和七层不透明OSC反射颜料190，其他不透明OSC反射颜料可以被设置在颜色层140中并且以相对低浓度提供期望颜色。可以被设置在颜色层140中的不透明OSC反射颜料的非限制性示例包括美国专利申请序列号11/837,529、12/388,395、12/467,656、12/793,772、12/893,152、12/974,606、13/014,398、13/021,730、13/572,071、13/760,699、13/913,

402、14/138, 499、14/242, 429、14/460, 511、14/471, 834、14/607, 933、14/793, 117、14/793, 123、14/793, 133和15/144, 283中描述的颜料。同样,由单个层形成的不透明反射颜料,例如单个铝层,可以被设置在颜色层140中。

[0043] 现在参考图6,描绘的是用于表征被不透明OSC反射颜料150、190和颜色层140反射的颜色的CIELAB颜色空间。CIELAB颜色空间在数学上用L\*、a\*和b\*的三维空间描述所有可感知的颜色。a\*轴和b\*轴对应于颜色分量绿-红和蓝-黄,以及L\*轴对应于颜色的亮度并且垂直于a\*-b\*平面延伸。CIELAB颜色空间中的颜色被用“色调”和“色度”来描述或量化,其中色调是CIELAB颜色空间中的给定颜色的角向分量,以及色度是CIELAB颜色空间中的给定颜色的径向分量。具体地,色调被定义为 $\text{atan2}(b^*, a^*)$ ,其中 $\text{atan2}(b^*, a^*)$ 是在a\*轴正向与坐标为(a\*, b\*)的颜色之间的弧度角度;以及色度被定义为 $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$ 。色调角度可以用度数表示并且对于逆时针方向角度是正的,即0°的色调位于+a\*轴,90°的色调位于+b\*轴,180°的色调位于-a\*轴,以及270°的色调位于-b\*轴。例如,绘制在图6中的CIELAB颜色空间上的红色、橙色和蓝色的颜色(被分别标为“红色”、“橙色”和“蓝色”)分别具有约30°的色调和约90的色度C\*,约90°的色调和约100的色度C\*以及约300°的色调和约75的色度C\*。

[0044] 图6中所描绘的CIELAB颜色空间被示意性地分成三个色调区域或者色调空间,这三个色调区域或者色调空间对应于被用来反射给定色调空间内的颜色的不透明OSC反射颜料的不同多层结构。例如,色调空间1一般对应于色调在约0°与约40°之间的红色颜色。在一些实施例中,包括反射层152、选择性吸收体层154、154a和电介质层156、156a或者包括反射层152、选择性吸收体层154、154a和吸收体层156、156a的不透明OSC反射颜料150(五层颜料)被用来反射色调空间1内的红色颜色。在其他实施例中,包括反射层192、选择性吸收体层194、194a与吸收体层196、196a以及电介质层198、198a的不透明OSC反射颜料190(七层颜料)被用来反射色调空间1内的红色颜色。应当理解的是,不透明OSC反射颜料150与不透明OSC反射颜料190的组合可以被设置在颜色层140内来反射色调空间1内的红色颜色。

[0045] 还是参考图6,色调空间2一般对应于色调在约40°与约105°之间的橙色和金色的颜色。在一些实施例中,包括反射层192、电介质层194、194a与吸收体层196、196a以及电介质层198、198a的不透明OSC反射颜料190(七层颜料)被用来反射色调空间2内的橙色和金色的颜色。在其他实施例中,包括反射层192、电介质层194、194a与吸收体层196、196a以及选择性吸收体层198、198a的不透明OSC反射颜料190(七层颜料)被用来反射色调空间2内的橙色和金色的颜色。应当理解的是,具有电介质层198、198a的不透明OSC反射颜料190与具有选择性吸收体层198、198a的不透明OSC反射颜料190的组合可以被设置在颜色层140内来反射色调空间2内的橙色和金色的颜色。色调空间3一般对应于色调在约105°与约360°之间的绿色、蓝色和紫色的颜色。在实施例中,包括反射层192、电介质层194、194a与吸收体层196、196a以及电介质层198、198a的不透明OSC反射颜料190(七层颜料)被用来反射色调空间3内的绿色、蓝色和紫色的颜色。同样,本文描述的不透明OSC反射颜料的全方位性质可以由给定的不透明OSC反射颜料在被以不同角度观察时的色调变化(偏移)来测量。例如,当被在0°和45°观察时,不透明OSC反射颜料150、190可以具有小于30°的色调偏移。在一些实施例中,当不透明OSC反射颜料150、190被在0°和45°观察时,不透明OSC反射颜料150、190可以具有小于20°的色调偏移。在其他实施例中,例如,当不透明OSC反射颜料150、190被在0°和45°观

察时,不透明OSC反射颜料150、190可以具有小于15°的色调偏移,例如当不透明OSC反射颜料150、190被在0°和45°观察时其具有小于10°的色调偏移。

[0046] 如上文所提到的,不透明OSC反射颜料150、190相对于不是太阳能板的相邻板提供期望颜色。参考图1、图2和图6,确定颜色层140的色差的一种技术包括测量和比较颜色层140的定位在光伏电池130正上方(+Y方向)的第一部分147的颜色与颜色层的相邻于第一部分147并且不定位在光伏电池130正上方的第二部分148的颜色。具体地,颜色层140的第一部分147与第二部分148之间的色差可以在CIELAB颜色空间中用以下表达式量化:

$$[0047] \Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$$

[0048] 其中下标“1”对应于在CIELAB颜色空间中为第一部分147测量的颜色的坐标,以及下标“2”对应于为第二部分148测量的颜色的坐标。大于3.0的颜色层140的两个部分之间的色差 $\Delta E$ ,例如第一部分147与第二部分148之间的色差,对应于可被观察颜色层140的观察者注意到的色差。在约3.0与约0.8的范围内的颜色层140的两个部分之间的色差 $\Delta E$ 对应于当第一部分147位于直接紧挨着第二部分148并与之相邻处(即,并排式视觉比较)时可被观察者注意到但是如果第一部分147与第二部分148间隔开就可能不被观察者注意到的色差。小于约0.8的颜色层的两个部分之间的色差 $\Delta E$ 对应于即使当第一部分147位于直接紧挨着第二部分148并与之相邻处时也不能被注意到的色差。颜色层140可以具有小于5.0、4.0、3.0、2.9、2.8、2.7、2.6、2.5、2.4、2.3、2.2、2.1、2.0、1.9、1.8、1.7、1.6、1.5、1.4、1.3、1.0、0.9、0.8或0.7的色差,以及具有大于0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1.0、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9或3.0的色差。在实施例中,颜色层140具有在约3.0与约2.0之间的色差。在其他实施例中,颜色层140具有在约2.0与约1.0之间的色差。在其他实施例中,颜色层具有在约1.5与约0.5之间的色差,例如在约1.2与约0.8之间。在其他实施例中,颜色层140具有小于约0.8的色差。

[0049] 现在参考图7,描绘的是除了颜色层140的位置以外与图1中描述的有色太阳能模块10类似的有色太阳能模块12的实施例。有色太阳能模块12包括设置在密封剂160内的在光入射面162与背面164之间的光伏电池130。背板120跨背面164延伸以及颜色层140跨光入射面162延伸。然而,透明层170被设置在光入射面162与颜色层140之间。透明层170包括与颜色层140的背面144接触的光入射面172以及与密封剂160的光入射面162接触的背面174。透明层170可以由透明玻璃形成,或者可替代地由透明树脂诸如但不限于乙烯醋酸乙烯酯树脂形成。应当理解的是,透明层170可以在颜色层140具有通过其中的开口的情况下提供对密封剂160的保护,例如颜色层140的剥落。可替代地,或者除此之外,透明层170可以是减少反射、眩光和/或反射引起的光损失的非光泽层(例如,抗反射涂层)。同样应当理解的是,透射通过颜色层140的光T(图2)也透射通过透明层170并且可以入射在光伏电池130上,如上文参考图2所描述的。

[0050] 现在参考图8,描绘的是除了添加粘合剂层以外与图7中描述的有色太阳能模块12类似的有色太阳能模块14的实施例。具体地,有色太阳能模块14包括设置在密封剂160内的光伏电池130、具有与光入射面162接触的背面174的透明层170以及设置在透明层170与颜色层140之间的粘合剂层180。在实施例中,粘合剂层180可以由EVA、PET、聚偏氟乙烯(PVDF)以及诸如此类形成。粘合剂层180包括与透明层170的光入射面172接触的背面184以及与颜色层140的背面144接触的光入射面182。应当理解的是,粘合剂层180增强颜色层140对透明

层170的附着。

[0051] 现在参考图9,描绘的是除了颜色层140和透明层170的定位以外与图7中描述的有色太阳能模块12类似的有色太阳能模块16的实施例。具体地,有色太阳能模块16包括设置在密封剂160内的光伏电池130、颜色层140和透明层170。然而,有色太阳能模块16包括设置在密封剂160的光入射面162与透明层170的背面174之间的颜色层140。应当理解的是,透明层170可以用于保护由有色太阳能模块16所描绘的实施例中的颜色层140。

[0052] 现在参考图10,描绘的是由多个有色太阳能模块10形成的太阳能板组件20。每个有色太阳能模块10包括设置在密封剂160(未示出)中的多个光伏电池130,具有在有色太阳能模块10的光入射面162上延伸的颜色层140(未示出)。因此,太阳能板组件20包括在所述多个光伏电池130上延伸的颜色层140(未示出)来为太阳能板组件20提供期望颜色。

[0053] 现在参考图11,描绘的是具有有色太阳能板的结构。如本文所使用的,术语“结构”是指建筑结构诸如办公大楼、住宅、工业建筑以及其他结构诸如广告牌、高速公路标识、车辆和诸如此类。在一个实施例中,结构是图11中所描绘的具有包括太阳能板组件20的多个主体板的车辆“V”。在实施例中,车辆V包括发动机罩板300、门板302、后顶盖面板304和顶板306。主体板300、302、304、306中的每一者由钣金、纤维玻璃、聚合物等的层形成,并且包括太阳能板组件20作为板的一部分。每个太阳能板组件20包括设置在密封剂160(未示出)内的多个光伏电池130(未示出)。颜色层(未示出)在每个有色太阳能模块10的光入射面162上延伸。颜色层140包括多个不透明OSC反射颜料150,所述不透明OSC反射颜料150具有与主体板300、302、304的不由太阳能板组件20形成的部分匹配的颜色。也就是说,太阳能板组件20上的颜色层140与不由太阳能板组件20形成的主体板300、302、304之间的色差在CIELAB颜色空间被测量为小于3.0。在一些实施例中,太阳能板组件20上的颜色层140与主体板300、302、304之间的色差是在约3.0与约2.0之间。在其他实施例中,太阳能板组件20上的颜色层140与主体板300、302、304之间的色差是在约2.0与约1.0之间。在其他实施例中,太阳能板组件20上的颜色层140与主体板300、302、304之间的色差是在约1.5与约0.5之间,例如在约1.2与约0.8之间。在其他实施例中,太阳能板组件20上的颜色层140与主体板300、302、304之间的色差小于约0.8。

[0054] 如上文所述的本文描述的有色太阳能模块可以和其他结构诸如办公大楼、工业建筑、广告牌、高速公路标识等使用。也就是说,这样的结构可以包括具有期望颜色的板,以及有色太阳能模块可以在该结构上被定位或者附在相邻该板处。有色太阳能模块具有与该板匹配的颜色,其在CIELAB颜色空间中测量的色差小于5.0。同样,本文描述的有色太阳能模块可以包括可以被观察者观察到的在有色太阳能模块的光入射面上的设计、字迹等。因此,本文描述的有色太阳能模块可以被用作广告消息传送、安全消息传送、出行信息消息传送和诸如此类的一部分。

[0055] 示例

[0056] 现在参考图12和图13,图12中示出了色差 $\Delta E$ 随颜色层140内的不透明OSC反射颜料190浓度变化的图形化曲线图,以及图13中示出了比较太阳能电池效率随颜色层140内的不透明OSC反射颜料190浓度变化的图形化曲线图。图12中所示的色差 $\Delta E$ 值通过测量颜色层140(图1)的位于有色太阳能模块10的光伏电池130正上方(+Y方向)的第一部分147的颜色、测量颜色层140的不位于光伏电池130正上方的第二部分148的颜色以及使用上文的表

达式(1)计算色差 $\Delta E$ 来确定。颜色层140包括具有设置在透明涂料层146中的多个蓝色七层不透明OSC反射颜料190的透明涂料层146。密封剂160由EVA形成以及背板120是黑色背板120。第一部分147的颜色和第二部分148的颜色用柯尼卡美能达(Konica Minolta)CM-512m3A测色计测量。如图12中所示,约1.0重量%的不透明OSC反射颜料190浓度提供约3.0的色差 $\Delta E$ ,以及等于或大于约1.5重量%的不透明OSC反射颜料190浓度提供小于约0.8的色差 $\Delta E$ 。图13中所示的比较太阳能电池效率通过测量来自包含设置在颜色层140内的不同不透明OSC反射颜料190浓度的有色太阳能模块10的功率输出来确定。没有颜色层140和在有色太阳能模块10的光入射面160上延伸并与之接触的以透明玻璃板形式的透明层170的有色太阳能模块10的功率输出被当作参考太阳能电池效率,即100%的比较太阳能电池效率。如图13中所示,约1.2重量%的不透明OSC反射颜料190浓度提供等于或大于70%的比较太阳能电池效率,例如约78%。

[0057] 本文描述的有色太阳能模块可被用作办公大楼、工业建筑、高速公路标识、广告牌、车体板等的一部分来将太阳辐射转换成电能。术语“太阳能模块”和“太阳能板”可以可交换地指具有将太阳辐射转换成电能的光伏电池的太阳能设备。虽然图中公开和描述的实施例描绘了用于和车体板使用的有色太阳能模块,但是有色太阳能模块可以和其他类型的板使用,所述其他类型的板包括但不限于由玻璃、钣金、混凝土和诸如此类形成的建筑板,来将太阳辐射转换成电能。例如,并且是没有限制地,有色太阳能板可以被用作建筑物外部的一部分来为建筑物提供美观的表面并且具有与建筑物外部的周围表面匹配的颜色。

[0058] 如本文所使用的方向的术语——例如上、下、右、左、前、后、顶、底、竖直、水平——仅是参考所绘的图做出的并且除非另有明确声明否则不意图暗示绝对的取向。术语“一般”、“近似”和“约”可以在本文中被用于表示固有的不确定度,所述固有的不确定度可以归因于任何定量的比较、值、测量或其他表述。这些术语也可在本文中用于表示定量表述可由所声明的参考变化的程度,而不会导致所讨论的主题的基本功能的变化。总之,不论是否明确声明如此,任何定量的比较、值、测量或其他表述是“约”或者“近似”。

[0059] 尽管本文已经说明和描述了具体的实施例,应当理解的是在不背离所要求保护的主题的精神和范围的情况下可以做出各种其他的变化和修改。而且,虽然本文已经描述了所要求保护的主题的各种方面,这样的方面不需要以组合来利用。因此,所意图的是所附的权利要求覆盖了在所要求保护的主题的范围内的所有这样的变化和修改。

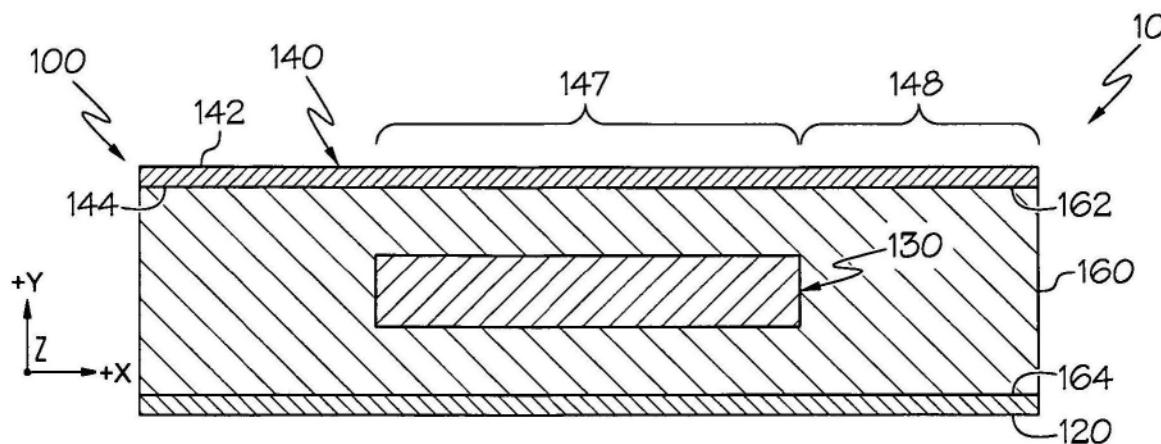


图1

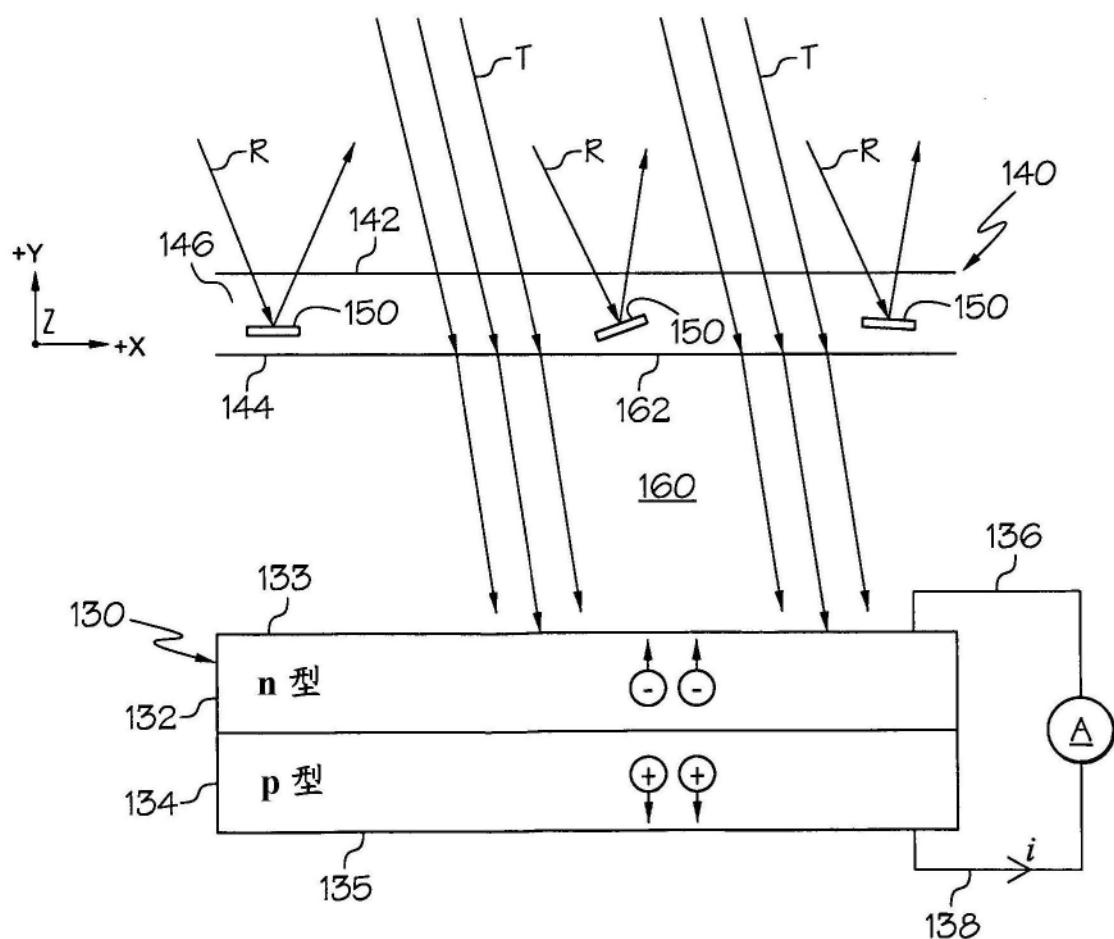


图2

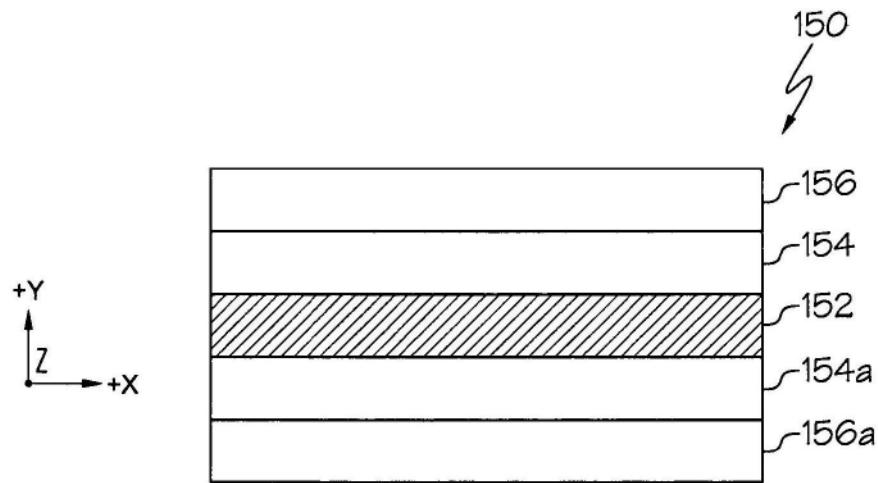


图3

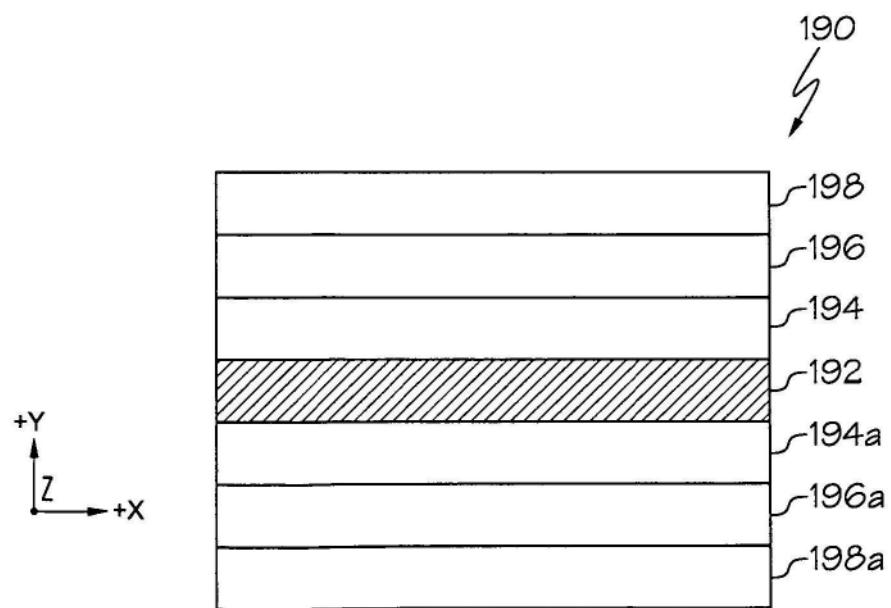


图4

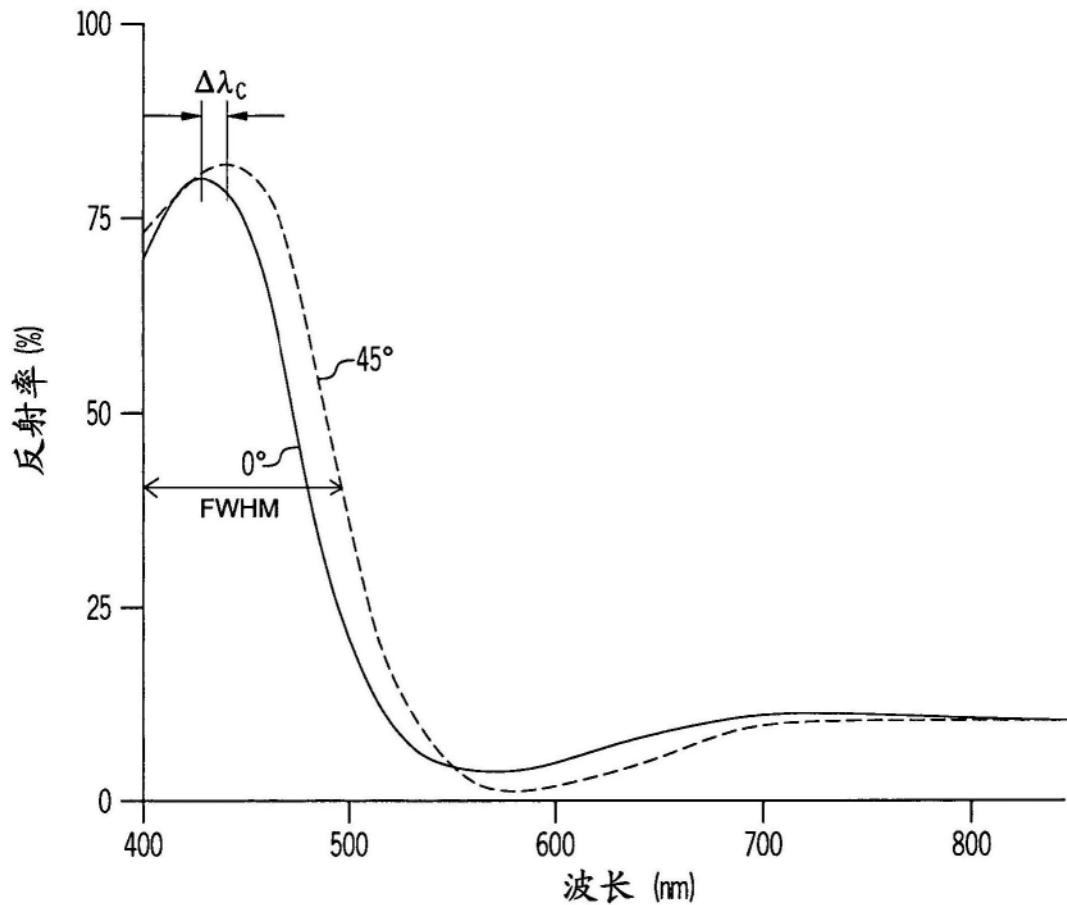


图5

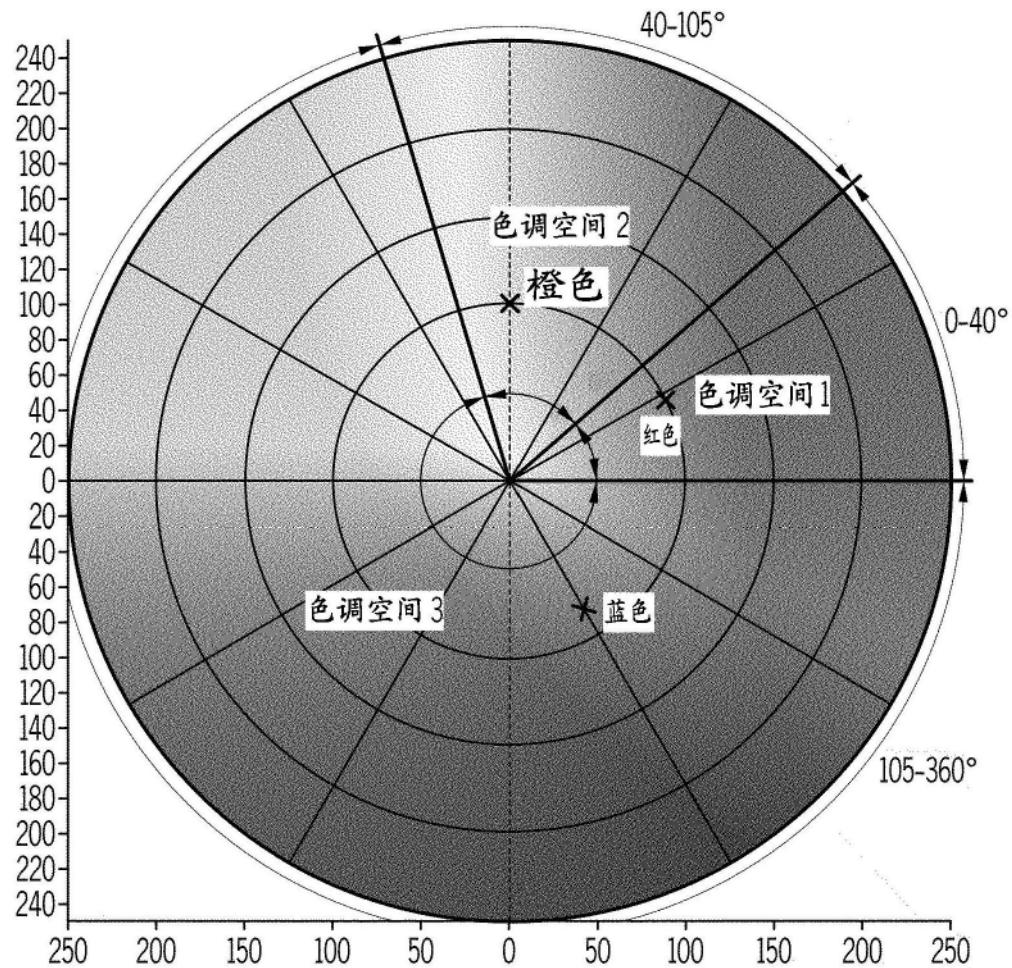


图6

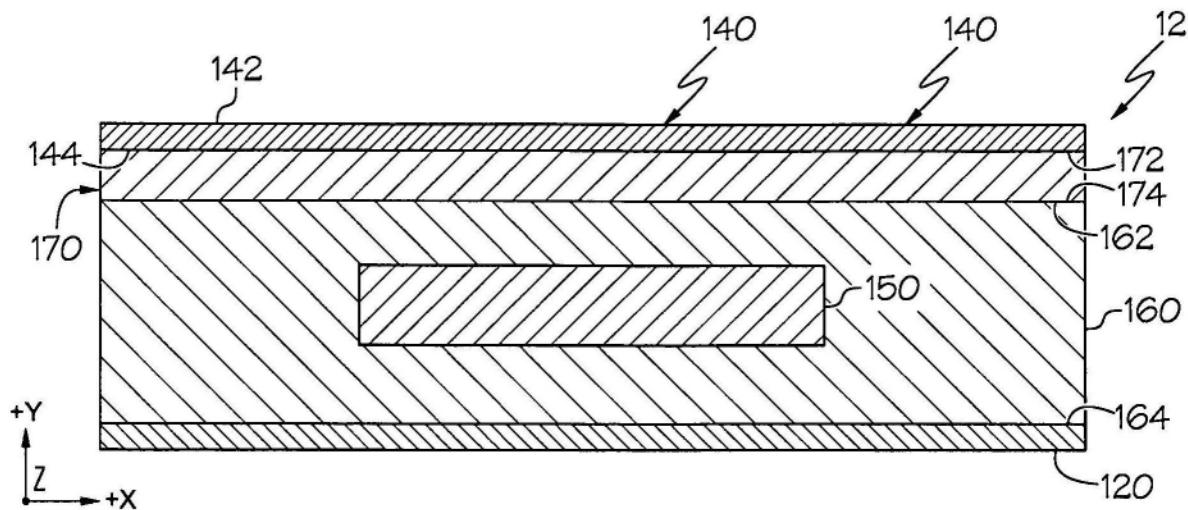


图7

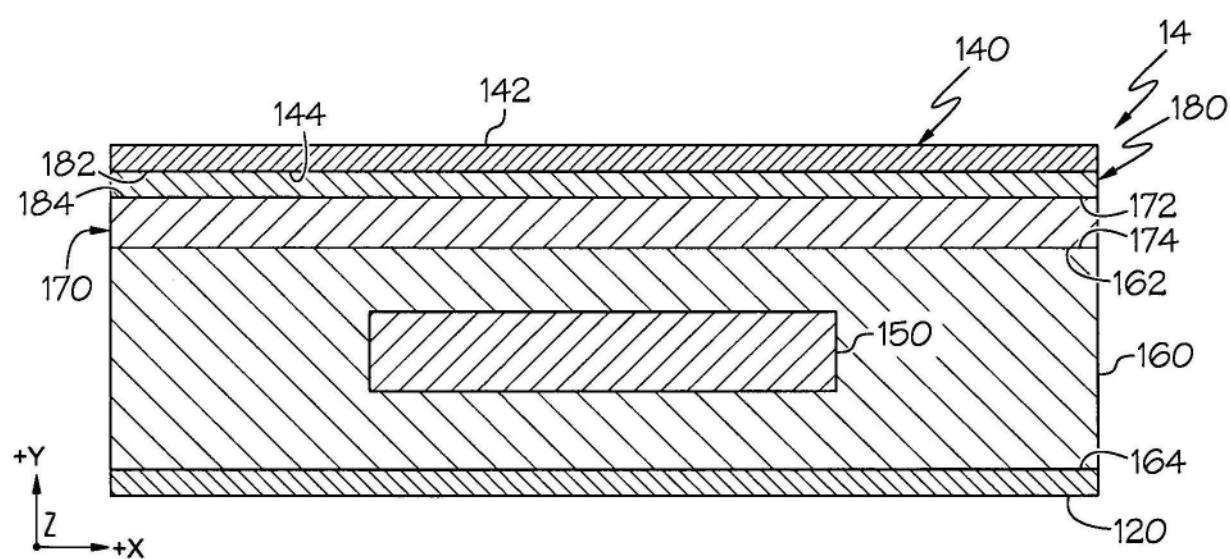


图8

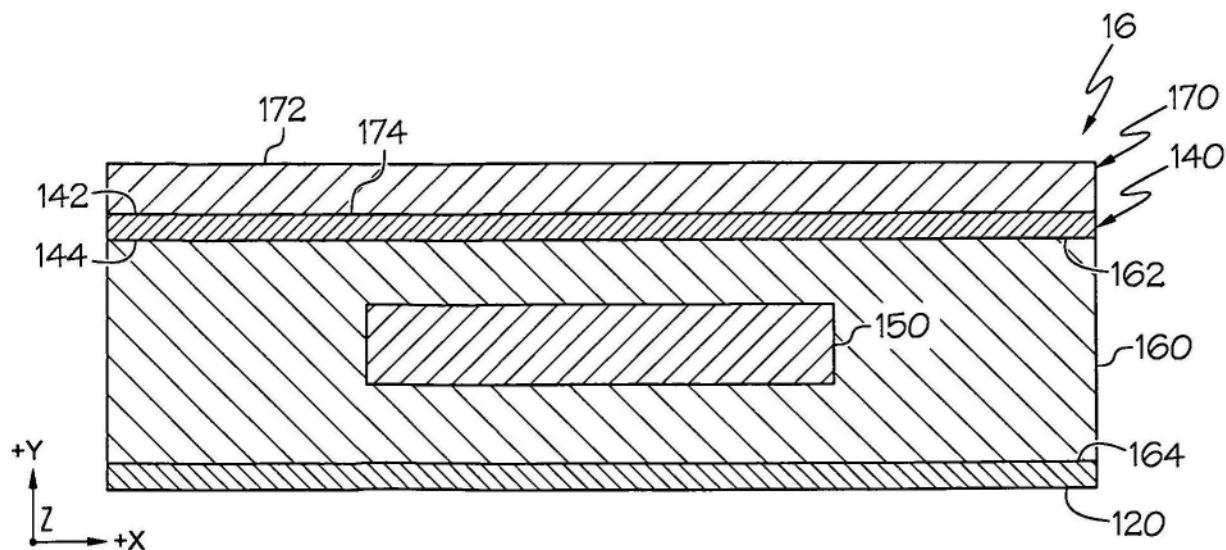


图9

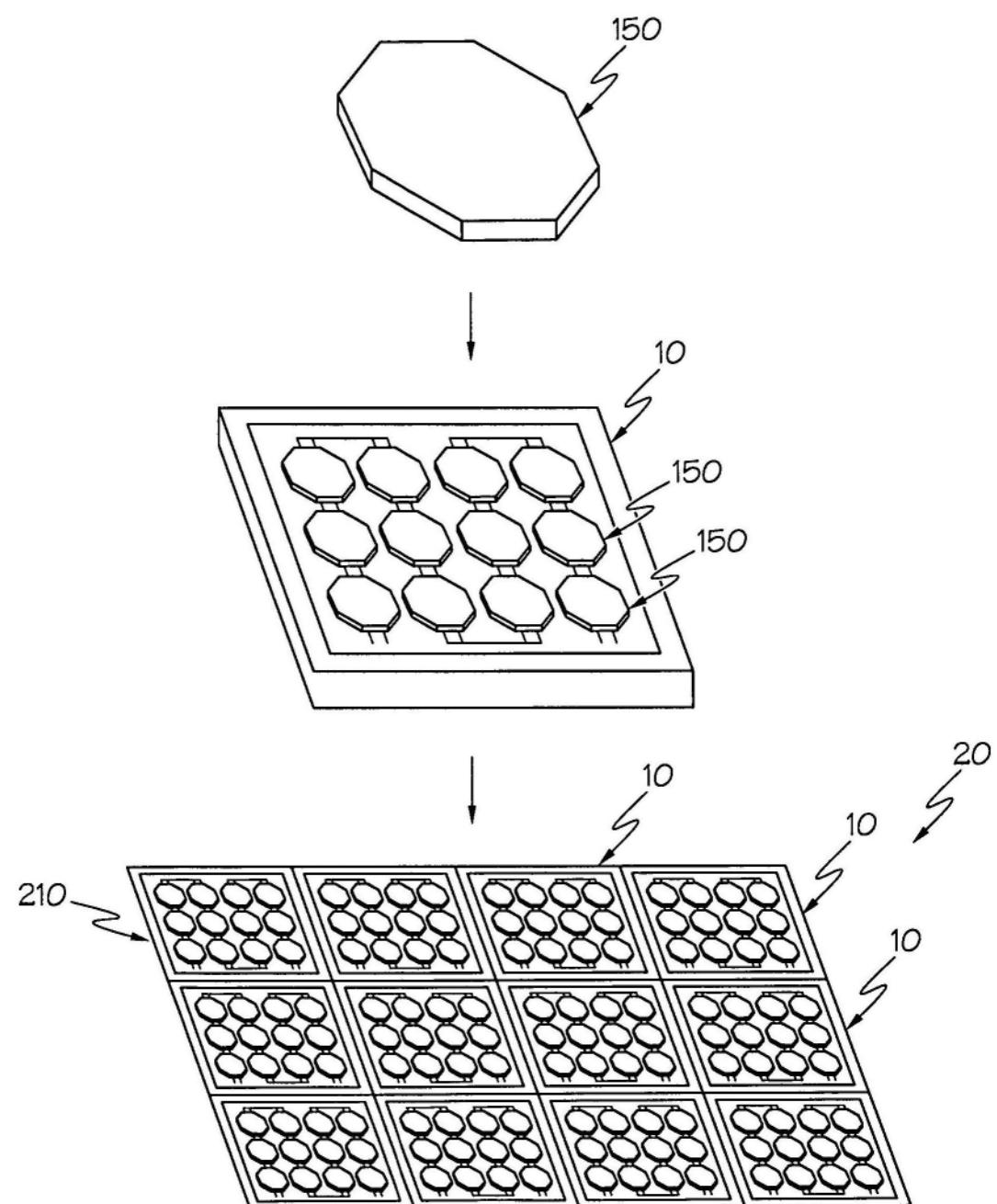


图10

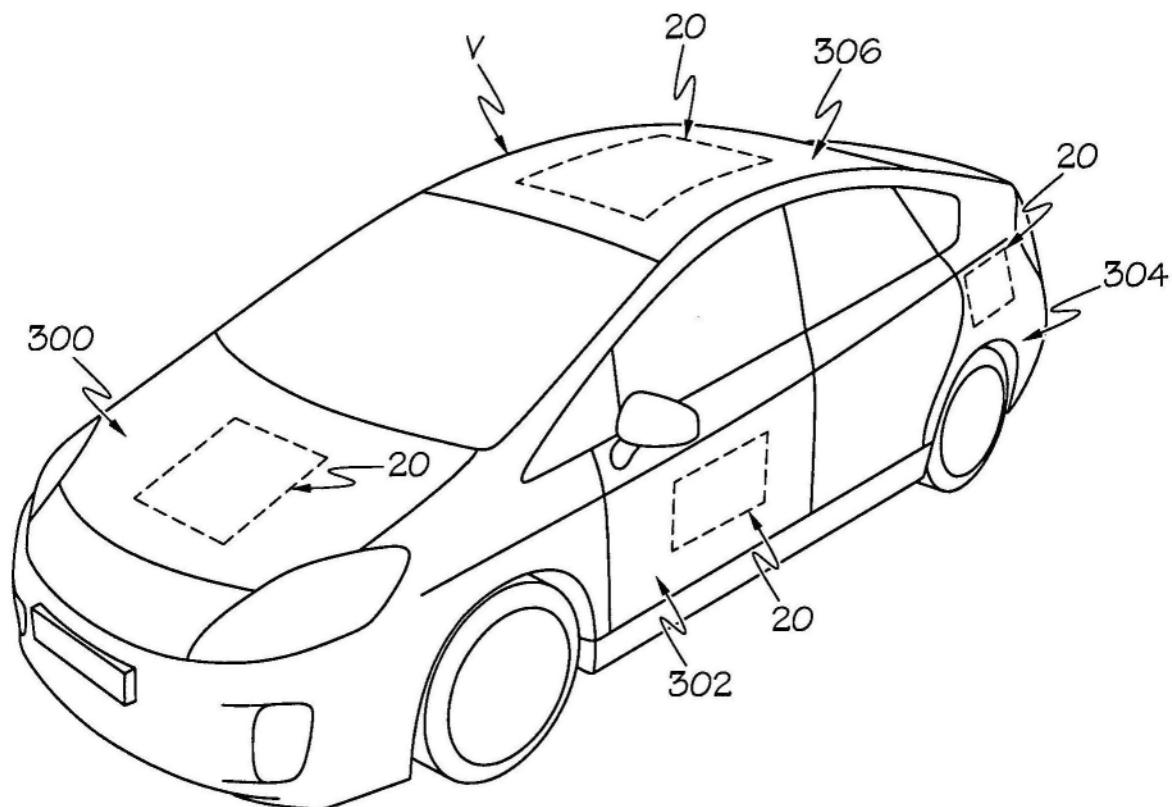


图11

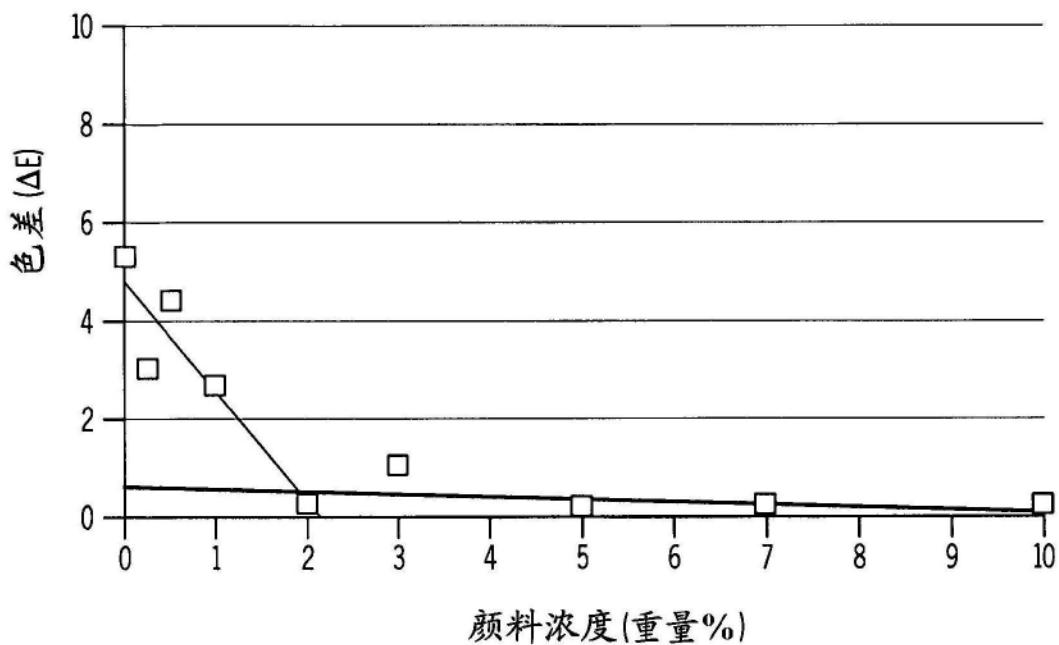


图12

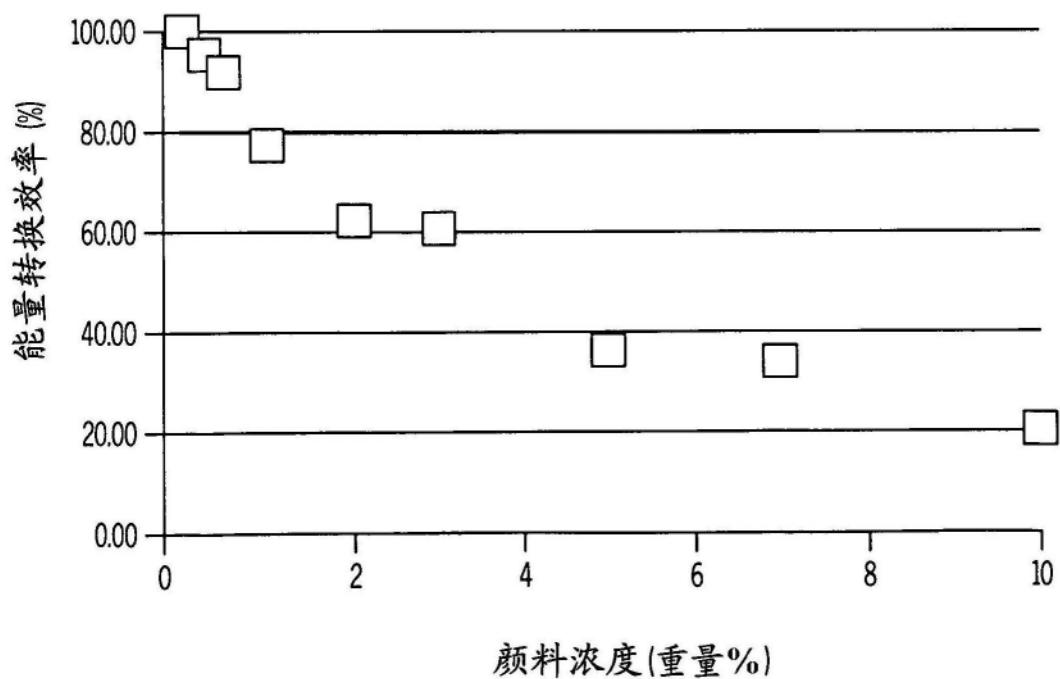


图13