



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117980420 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 03

(21) 申请号 202380013754.8

(22) 申请日 2023.06.07

(30) 优先权数据

10-2022-0069730 2022.06.08 KR

10-2023-0072233 2023.06.05 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.03.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2023/007724 2023.06.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/239140 KO 2023.12.14

(71) 申请人 高丽大学校产学协力团

地址 韩国首尔市城北区安岩路145 (邮递区号:02841)

(72) 发明人 李宪

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

专利代理师 方艳 刘芳

(51) Int.Cl.

C09D 5/33 (2006.01)

C09D 7/61 (2006.01)

C09D 7/40 (2006.01)

C09D 7/20 (2006.01)

C09D 175/04 (2006.01)

C09D 201/00 (2006.01)

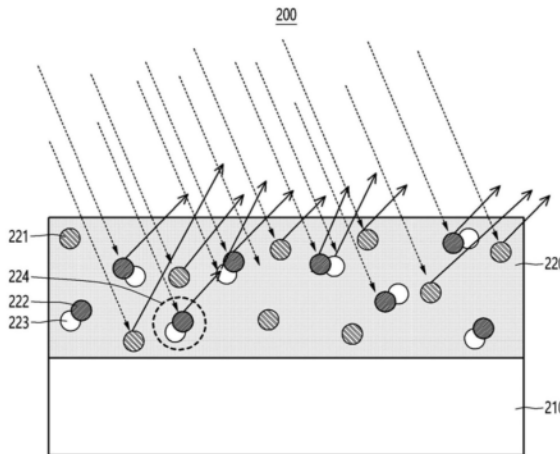
权利要求书1页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

太阳光反射能力得到提高的辐射冷却涂料

(57) 摘要

本发明涉及如下辐射冷却涂料:由起到颜料(pigment)作用的陶瓷(ceramic)微粒、起到粘合剂(binder)作用的聚合物树脂(polymer resin)以及溶剂(solvent)构成,涂敷在基板上后形成涂料涂膜层,涂料涂膜层最大限度反射入射太阳光并使吸收最小化,同时,通过使相当于 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的长波红外线的放射(emission)最大化来阻止从入射太阳光的能量流入并增加基于上述长波红外线的放射的能量释放,以此来发挥辐射冷却功能,为了在不减少长波红外线放射的情况下增加入射太阳光的反射,在涂料涂膜层内部形成气泡(pore)的体积可以为3%以上且50%以下。



1. 一种辐射冷却涂料,其特征在于,

由起到颜料作用的陶瓷微粒、起到粘合剂作用的聚合物树脂以及溶剂构成,涂敷在基板上后形成涂料涂膜层,

上述涂料涂膜层最大限度反射入射太阳光并使吸收最小化,同时,通过使相当于 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的长波红外线的放射最大化来阻止从入射太阳光的能量流入并增加基于上述长波红外线的放射的能量释放,以此来发挥辐射冷却功能,为了在不减少上述长波红外线放射的情况下增加入射太阳光的反射,在上述涂料涂膜层内部形成气泡的体积为3%以上且50%以下。

2. 根据权利要求1所述的辐射冷却涂料,其特征在于,上述涂料涂膜层根据上述溶剂将上述陶瓷微粒处理为亲水性或疏水性,与上述聚合物粘合剂一同均质混合来在陶瓷微粒表面形成上述气泡,从而形成上述陶瓷微粒与上述气泡的结合物。

3. 根据权利要求2所述的辐射冷却涂料,其特征在于,上述结合物在上述陶瓷微粒与上述气泡之间的界面及上述气泡与上述聚合物粘合剂之间的界面中的至少一种界面中以不减少上述长波红外线放射的方式增加上述入射太阳光的反射,随着上述气泡体积的增加,减少上述涂料涂膜层的厚度及上述陶瓷微粒的含量中的至少一种。

4. 根据权利要求1所述的辐射冷却涂料,其特征在于,上述陶瓷微粒包含二氧化钛、氧化铝、六方氮化硼、二氧化锆、二氧化硅、碳酸钙、硫酸钡、氧化镁、三氧化二钒、氧化钒稳定的氧化锆、氧化铍、氧化锰、氧化锌、碳化硅、氮化铝中的至少一种,包含聚偏二氟乙烯、聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物中的至少一种聚合物微粒。

5. 根据权利要求4所述的辐射冷却涂料,其特征在于,上述陶瓷微粒及上述气泡的大小为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 。

6. 根据权利要求4所述的辐射冷却涂料,其特征在于,上述陶瓷微粒通过考虑对上述入射太阳光的折射率和消光系数以及对上述长波红外线的消光系数来选择。

7. 根据权利要求1所述的辐射冷却涂料,其特征在于,上述聚合物树脂包含聚氨酯树脂、醇酸树脂、丙烯酸酯树脂、聚氯乙烯、聚乙烯、丙烯酸树脂、二季戊四醇六丙烯酸酯、氟基树脂中的至少一种。

8. 根据权利要求1所述的辐射冷却涂料,其特征在于,上述陶瓷微粒与上述聚合物树脂的重量比为 $x:1$, x 为0.15至3。

9. 根据权利要求1所述的辐射冷却涂料,其特征在于,上述涂料涂膜层的厚度形成为 $300\mu\text{m}$ 以下。

10. 根据权利要求1所述的辐射冷却涂料,其特征在于,为了改善涂料的操作性,还包含分散剂及光引发剂中的至少一种添加剂。

太阳光反射能力得到提高的辐射冷却涂料

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳光反射能力得到提高的辐射冷却涂料,更具体地,涉及通过增加入射太阳光的反射能力来阻止从入射太阳光的能量流入以及通过提高通过长波红外线放射的能量释放来发挥辐射冷却功能的辐射冷却涂料。

背景技术

[0002] 通常,必须使用能量来冷却,例如,冰箱、空调等广泛使用的冷却设备利用通过将电能(压缩机)转化为机械能来压缩制冷剂后吸收压缩的制冷剂膨胀时产生的热量的原理来进行冷却。

[0003] 即,为了实现使热量从低温处向高温处移动的冷却,应使用能量。

[0004] 然而,辐射冷却通过称为红外线放射的不使用能量的自发的过程来与地球大气圈外而非在冷却体周围发生热交换,是一种不消耗能量即可冷却的新技术。

[0005] 即,从冷却体到地球大气圈外的基于辐射的热交换通过作为无需能量的自发的过程的热辐射(红外线放射)来实现。

[0006] 当接近热的物体时,即使周围的空气不热也可以感受到热,这就是通过辐射的热能传导。

[0007] 热辐射为即使不与热源直接接触或不通过媒介物质也可以的热传递方法,通过释放电磁波来实现热传递,因此无需介质,以光的速度传导到天文学距离。

[0008] 绝对温度(0K)以上的所有物体都具有热能而发出热辐射,此时发出的辐射能由物体的温度、表面积以及表面的性质来决定。

[0009] 零能耗辐射冷却的核心为不吸收并最大限度反射入射太阳光,有效向地球大气圈外释放物体所具有的热能。

[0010] 为此,物体的能量以不被地球大气圈吸收的 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 波长的长波红外线(又称为大气窗区(sky window)区间)来排出。

[0011] $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 波长以外的红外线在通过地球大气圈的过程中被大气中的二氧化碳、水蒸气等吸收,不发生地球表面的物体与宇宙空间之前的热传递。

[0012] 为了辐射冷却,应该很好地放射红外线,为此,应具有能够很好地吸收所要放射的红外线的物性。

[0013] 尤其,某些材料为了在有太阳光的昼间也通过进行辐射冷却来获得比周围低的温度,应在各波长带中独立地很好控制光的吸收、反射、透过及辐射。

[0014] 在大部分情况下,主要热源为入射的太阳光,太阳光以紫外线(UV)-可见光线-近红外线的形态到达,为了实现昼间辐射冷却,应最大程度反射且不吸收入射太阳光(紫外线-可见光线-近红外线)的光来最大程度地阻断因太阳光引起的热,自身所具有的热应在表面以红外线的形态很好地放射出去。

[0015] 若能够通过这种方式放射比流入的太阳光的能量更多量的热能,则可以在不耗能的情况下冷却为比周围更低的温度。

[0016] 举个简单的例子,在照射太阳光的白天,易于吸收光的黑色汽车内部的温度很容易上升,但在相对不易吸收且易于反射光的白色汽车的情况下,温度相对不易上升。

[0017] 若汽车的表面不吸收且最大程度反射紫外线-可见光线-近红外线的波长带的光,即,入射太阳光,同时通过放射不被地球大气吸收的 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的红外线来排出比因不能100%反射太阳光而流入的能量更多量的汽车的能量,则汽车的温度可以冷却到比周围的温度更低的温度。

[0018] 所有物体都以光的形态向外部放射其自身所带有的能量,在此情况下,放射的光的波长带由物体的表面温度决定。

[0019] 太阳向外部放射紫外线-可见光线-近红外线波长带的光的原因在于太阳的表面温度达 6000°C 。

[0020] 表面温度为数十摄氏度($^{\circ}\text{C}$)的物体向外部放射波长为几到数十微米(例如 $5\mu\text{m}$ 至 $100\mu\text{m}$)的长波红外线。

[0021] 若在物体表面涂敷抑制长波红外线的放射或重新反射放射的光的材料,则因减少长波红外线放射引起的热损失而具有保温的效果。

[0022] 该现象已应用在冬季服饰中使用,同样,若表面易于引起红外线放射,则该物体易于引起通过热辐射的热释放。

[0023] 除氮气、氧气、氩气以外,地球的大气中还存在少量的水蒸气、二氧化碳等,水蒸气和二氧化碳气体通过吸收向地球外部反射的长波红外线的一部分波长来抑制向外部的放射。

[0024] 代表性的例为“温室效应”,地球大气中的二氧化碳的浓度越高,就越妨碍地球放射的长波红外线向宇宙的释放,因热量无法从地球向宇宙释放而使地球的温度升高。

[0025] 然而,俗称大气窗区的 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 波长带的长波红外线不被地球大气吸收而易于向地球大气外放射。

[0026] 作为参考,宇宙空间的温度为接近绝对温度 0K 的 -270°C ,长波红外线从表面温度为数十摄氏度的地球表面向宇宙放射是热量移动的自然现象。

[0027] 若某种材料很好地以称为大气窗区的 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 波长带的长波红外线释放自身的热能,则更好地引起辐射冷却。

[0028] 为了充分的太阳光反射,现有的涂料形态的辐射冷却材料(器件)要求厚的涂膜厚度及低的粘合剂含量(高的陶瓷微粒含量)。

[0029] 为了制备辐射冷却涂料,应通过选择颗粒尺寸来筛选适当物性的陶瓷微粒以及使光散射最大化。

[0030] 选在在太阳光带隙中具有高折射率并在大气窗区区域中具有高消光系数(extinction coefficient k)的物质。

[0031] 即使通过陶瓷微粒的尺寸调节和筛选入射太阳光带隙(紫外线-可视光线-近红外线(UV-vis-NIR))中具有高折射率的物质来使米氏散射(Mie scattering)最大化,也因受限的光散射而在涂膜层厚度低时使辐射冷却涂料的辐射冷却能力和遮盖力受限。

发明内容

[0032] 技术问题

[0033] 本发明的目的在于,提供如下辐射冷却涂料:在涂料涂膜层内部形成气泡来减少实现辐射冷却性能所需的涂料涂膜层厚度、降低辐射冷却涂料的涂装操作性及涂装难易度,从而能够在辐射冷却涂料内部更为活跃地引起光散射。

[0034] 本发明的目的在于,提供如下辐射冷却涂料:即使在小的厚度也示出优秀的辐射冷却性能,无需将涂料涂装至厚的厚度,从而具有优秀的涂装操作性。

[0035] 本发明的目的在于,提供如下辐射冷却涂料:因气泡引起的有效的光散射而在增加粘合剂含量的情况下也具有优秀的辐射冷却性能,增加粘合剂含量来提高涂膜层的耐久性。

[0036] 本发明的目的在于,提供如下辐射冷却涂料:无论昼夜都具有高的冷却辐射能力,应用在设置于室外的结构物或建筑物时,即使在太阳光炽烈的昼间也使入射太阳光的吸收最小化,很好地保持通过长波红外线放射的热释放来改善辐射冷却性能。

[0037] 本发明的目的在于,提供用来解决数据中心、通讯设备或中继设备等设置在室外时因内部积热使设备温度上升而产生的问题的辐射冷却涂料。

[0038] 技术方案

[0039] 本发明一实施例的辐射冷却涂料由起到颜料(pigment)作用的陶瓷(ceramic)微粒、起到粘合剂(binder)作用的聚合物树脂(polymer resin)以及溶剂(solvent)构成,涂敷在基板上后形成涂料涂膜层,上述涂料涂膜层最大限度反射入射太阳光并使吸收最小化,同时,通过使相当于 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的长波红外线的放射(emission)最大化来阻止从入射太阳光的能量流入并增加基于上述长波红外线的放射的能量释放,以此来发挥辐射冷却功能,为了在不减少上述长波红外线放射的情况下增加入射太阳光的反射,在上述涂料涂膜层内部形成气泡(pore)的体积可以为3%以上且50%以下。

[0040] 上述涂料涂膜层根据上述溶剂将上述陶瓷微粒处理为亲水性或疏水性,与上述聚合物粘合剂一同均质混合来在陶瓷微粒表面形成上述气泡,从而可以形成上述陶瓷微粒与上述气泡的结合物。

[0041] 上述结合物在上述陶瓷微粒与上述气泡之间的界面及上述气泡与上述聚合物粘合剂之间的界面中的至少一种界面中以不减少上述长波红外线放射的方式增加上述入射太阳光的反射,可以随着上述气泡体积的增加,减少上述涂料涂膜层的厚度及上述陶瓷微粒的含量中的至少一种。

[0042] 上述陶瓷微粒可以包含二氧化钛(TiO_2)、氧化铝(Al_2O_3)、六方氮化硼(h-BN)、二氧化锆(ZrO_2)、二氧化硅(SiO_2)、碳酸钙(CaCO_3)、硫酸钡(BaSO_4)、氧化镁(MgO)、三氧化二钇(Y_2O_3)、氧化钇稳定的氧化锆(YSZ)、氧化铍(BeO)、氧化锰(MnO)、氧化锌(ZnO)、碳化硅(SiC)、氮化铝(AlN)中的至少一种,可以包含聚偏二氟乙烯(PVDF)、聚四氟乙烯(PTFE)、乙烯-四氟乙烯共聚物(ETFE)中的至少一种聚合物微粒。

[0043] 上述陶瓷微粒及上述气泡的大小可以为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 。

[0044] 上述陶瓷微粒通过考虑对上述入射太阳光的折射率和消光系数以及对上述长波红外线的消光系数来选择。

[0045] 上述聚合物树脂可以包含聚氨酯树脂、醇酸树脂、丙烯酸酯树脂、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯(PE)、丙烯酸树脂、二季戊四醇六丙烯酸酯(DPHA)、氟基树脂中的至少一种。

[0046] 上述陶瓷微粒与上述聚合物树脂的重量比为 $x:1$, x 可以为0.15至3。

[0047] 上述涂料涂膜层的厚度可以形成为300 μm 以下。

[0048] 本发明一实施例的辐射冷却涂料还可以为改善涂料的操作性而包含分散剂(conditioning agent)及光引发剂(photoinitiator)中的至少一种添加剂。

[0049] 发明的效果

[0050] 本发明可以提供如下辐射冷却涂料:在涂料涂膜层内部形成气泡来减少实现辐射冷却性能所需的涂料涂膜层厚度、降低辐射冷却涂料的涂装操作性及涂装难易度,从而能够在辐射冷却涂料内部更为活跃地引起光散射。

[0051] 本发明可以提供如下辐射冷却涂料:即使在小的厚度也示出优秀的辐射冷却性能,无需将涂料涂装至厚的厚度,从而具有优秀的涂装操作性。

[0052] 本发明可以提供如下辐射冷却涂料:因气泡引起的有效的光散射而在增加粘合剂含量的情况下也具有优秀的辐射冷却性能,增加粘合剂含量来提高涂膜层的耐久性。

[0053] 本发明可以提供如下辐射冷却涂料:无论昼夜都具有高的冷却辐射能力,应用在设置于室外的结构物或建筑物时,即使在太阳光炽烈的昼间也使入射太阳光的吸收最小化,很好地保持通过长波红外线放射的热释放来改善辐射冷却性能。

[0054] 本发明可以提供用来解决数据中心、通讯设备或中继设备等设置在室外时因内部积热使设备温度上升而产生的问题的辐射冷却涂料。

附图说明

[0055] 图1为用于说明辐射冷却器件及辐射冷却涂料的概念的图。

[0056] 图2及图3为用于说明本发明一实施例的太阳光反射能力得到提高的辐射冷却涂料的图。

[0057] 图4a及图4b为用于说明本发明一实施例的辐射冷却涂料的光学特性的图。

[0058] 图5为用于说明本发明一实施例的辐射冷却涂料的电子显微镜照片。

具体实施方式

[0059] 以下,参照附图记载本说明书的多种实施例。

[0060] 实施例及其中使用的术语不应解释为将本说明书中记载的技术限定于特定实施方式,而应解释为包括相关实施例的多种变更、同等物和/或替代物。

[0061] 在下述多种实施例的说明过程中,当判断相关已知功能或结构的具体说明可能不必要地混淆本发明的要旨时,将省略其详细说明。

[0062] 而且,后述的术语为考虑到多种实施例中的功能来定义的术语,可根据使用人员、运用人员的意图或惯例等的不同而不同。因此,应基于本说明书全文的内容来确定其定义。

[0063] 与附图的说明相关地,相似的结构要素可以使用相似的附图标记。

[0064] 若上下文没有明确说明,则单数的表达可以包括复数的表达形式。

[0065] 在本说明书中,“A或B”或者“A和/或中的至少一种”可以包括所罗列的项目中所有可能的组合。

[0066] “第一”、“第二”或者“首先”或“其次”等表达可以无关乎相关结构要素的顺序或重要程度来修饰,仅用于将一个结构要素区别于其他结构要素,而不是限定相关要素。

[0067] 当提及某(例如,第一)结构要素与其他(例如,第二)结构要素“(以功能或通信方

式)连接”或“接合”时,可以表示上述某结构要素与其他上述结构要素直接连接或通过其他结构要素(例如,第三结构要素)来连接。

[0068] 在本说明书中,“构成(设定)来~(configured to)”可以根据情况,可以与例如以硬件或软件“适合于~”、“具有~的能力”、“变更来~”、“制备来~”、“能够进行~”、“设计来~”等术语互换(interchangeably)来使用。

[0069] 在某种情况下,“装置配置为~”可以表示该装置与其他装置或配件一同“可以~”的含义。

[0070] 例如,语句“处理器配置(或设定)为执行A、B及C”可以表示用于执行相关操作的专用处理器(例如,嵌入式处理器)或执行存储在存储器装置中的一个以上软件程序来可执行相关操作的通用处理器(例如,中央处理器(CPU)或应用处理器(application processor))。

[0071] 并且,与排他性的逻辑或“独占或(exclusive or)”相比,“或”表示包括性的逻辑或“兼容或(inclusive or)”。

[0072] 即,若无其他定义或上下文没有明确说明,则“x利用a或b”的表达表示包容性的自然排列(natural inclusive permutations)中的任一个。

[0073] 以下使用的“…部”、“…器”等术语表示处理至少一种功能或操作的单位,这可以通过硬件或软件或者硬件及软件的结合来实现。

[0074] 图1为用于说明辐射冷却器件及辐射冷却涂料的概念的图。

[0075] 图1与本发明的辐射冷却涂料相关,例示利用实现辐射冷却性能的现有辐射冷却涂料来形成的辐射冷却器件。

[0076] 参照图1,例示了利用现有技术的辐射冷却涂料制造的辐射冷却器件(100)。

[0077] 辐射冷却器件(100)包括在基板(110)上形成的涂料涂膜层(120),涂料涂膜层(120)基于由起到颜料作用的陶瓷微粒(121)、陶瓷微粒(122),起到粘合剂作用的聚合物树脂以及溶剂构成的辐射冷却涂料来形成。

[0078] 虽然辐射冷却涂料因仅在折射率与陶瓷微粒不同的聚合物结合物的界面发生光散射而受限,但研究了多种形态的辐射冷却器件。

[0079] 最初,提出在基板上蒸镀多层薄膜形态的辐射冷却器件。为了反射入射太阳光,基板上蒸镀银(Ag)薄膜,在其上层叠对于入射太阳光透明且能够很好地吸收并放射长波红外线的材料的多层薄膜来构成器件。

[0080] 并且,还提出在聚合物薄膜的一面蒸镀用于太阳光反射的银薄膜并在薄膜内部分散有助于长波红外线放射的陶瓷微粒的聚合物薄膜形态的辐射冷却器件。

[0081] 这两种器件为了反射入射太阳光,都使用了利用银等金属薄膜来像镜子一样反射入射太阳光的镜面反射(specular reflection)。

[0082] 还可以利用散射发射入射太阳光的所有波长的光的带有不是镜面等外观的白色的白色散射替代镜面反射,通过不吸收入射太阳光并全部反射来进行辐射冷却。

[0083] 尤其,白色散射反射不使用昂贵的银薄膜,不仅制造成本低廉,还不出现因银薄膜的劣化引起的产品的性能降低现象,从而延长产品的寿命,更适于辐射冷却器件的制造。

[0084] 为了有效引起白色散射反射,需要具有与所要反射的波长相似大小的陶瓷微粒,还需要连接这样的微粒的粘合剂材料,聚合物材料非常适合粘合剂材料。

[0085] 聚合物易于大量生产且价格低廉,可以多种多样地调节物性,因此非常具有竞争力。

[0086] 因此,若利用聚合物来构成零能耗辐射冷却器件,则可以低成本地制造多种产品,还因加工性好而具有许多优点。

[0087] 许多聚合物树脂及陶瓷微粒在相当于其自身的 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的大气窗区区间具有高的放射率,对入射太阳光透明且不易吸收。

[0088] 可以通过仅结合这样的材料来制备白色辐射冷却器件,能够以聚合物树脂与陶瓷微粒结合的形态的“涂料”形态来实现为辐射冷却器件。

[0089] 即,多种聚合物树脂与陶瓷微粒溶解分散在溶剂中来构成的涂料的一般形态。

[0090] 若将这样的涂料涂敷(涂覆)在多种表面形成涂料膜,所形成的涂膜最大程度反射入射太阳光并使吸收最小化,使 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的长波红外线的放射最大化来进行辐射冷却,则这种涂料就是辐射冷却涂料。

[0091] 与多种辐射冷却器件相比,辐射冷却涂料的优点在于,涂敷在能够涂敷涂料的任意的面上来形成涂膜,所形成的涂膜进行辐射冷却,从而可以进行多种应用。

[0092] 图2及图3为用于说明本发明一实施例的太阳光反射能力得到提高的辐射冷却涂料的图。

[0093] 图2和图3例示在本发明一实施例的涂料涂膜层内部形成气泡并通过气泡来增进光散射的辐射冷却涂料。

[0094] 图2例示在利用本发明一实施例的辐射冷却涂料形成的辐射冷却器件中仅有多种陶瓷微粒中的任一种陶瓷微粒生成成为结合物的情况。

[0095] 另一方面,图3例示在利用本发明一实施例的辐射冷却涂料形成的辐射冷却器件中多个陶瓷微粒都生成结合物的情况。

[0096] 例如,结合物在陶瓷微粒与气泡之间的界面及气泡与聚合物粘合剂之间的界面中的至少一个界面上以不减少长波红外线放射的方式增进入射太阳光的反射,可以随着气泡体积的增加来减少涂料涂膜层的厚度及陶瓷微粒的含量中的至少一种。

[0097] 例如,结合物可以为陶瓷微粒与气泡的结合物。

[0098] 参照图2,本发明一实施例的辐射冷却器件(200)由辐射冷却涂料形成。

[0099] 辐射冷却涂料由起到颜料作用的陶瓷(ceramic)微粒、起到粘合剂作用的聚合物树脂以及溶剂构成,涂敷在基板(210)上后形成涂料涂膜层(220)。

[0100] 陶瓷微粒可以包括第一陶瓷微粒(221)及第二陶瓷微粒(222)。

[0101] 陶瓷微粒可以包含二氧化钛、氧化铝、六方氮化硼、二氧化锆、二氧化硅、碳酸钙、硫酸钡、氧化镁、三氧化二钒、氧化钇稳定的氧化锆、氧化铍、氧化锰、氧化锌、碳化硅、氮化铝中的至少一种,可以包含聚偏二氟乙烯、聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物中的至少一种聚合物微粒。

[0102] 第一陶瓷微粒(221)与第二陶瓷微粒(222)可以为上述陶瓷微粒物质中互不相同的物质。

[0103] 例如,陶瓷微粒的大小可以为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 。

[0104] 陶瓷微粒可以考虑对入射太阳光的折射率和消光系数以及对长波红外线的消光系数来选择。

[0105] 在辐射冷却涂料的情况下,为了有效反射入射太阳光,需要散射光的陶瓷微粒和使这些陶瓷微粒结合的聚合物结合物。

[0106] 在此情况下,若陶瓷微粒与聚合物之间的折射率越大,则越促进光散射,从而更为有效地引起散射反射。

[0107] 为了有效的辐射冷却,应反射90%以上的入射太阳光,散射反射入射光的陶瓷微粒的浓度应该高,由陶瓷微粒与聚合物结合物形成的涂膜层的厚度应为规定厚度以上。

[0108] 若由陶瓷微粒与聚合物结合物形成的涂膜层均匀存在于陶瓷微粒相似大小的气泡(223),光因气泡(223)与聚合物结合物、气泡与陶瓷微粒之间的边界中高的折射率差异而被折射来促进光散射,从而可以减少用于反射90%的入射太阳光的涂膜层的厚度,还可以减少陶瓷微粒的浓度。

[0109] 通常,陶瓷微粒的含量越低,越有利于制备涂料,涂料涂膜层的涂膜厚度越薄越有利。

[0110] 根据本发明的一实施例,涂料涂膜层(220)最大限度反射入射太阳光并使吸收最小化,同时,通过使相当于 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的长波红外线的放射最大化来阻止从入射太阳光的能量流入并增加通过长波红外线的放射的能量释放,以此来发挥辐射冷却功能。

[0111] 并且,涂料涂膜层(220)为了在不减少长波红外线放射的情况下增进入射太阳光的反射,涂料涂膜层(220)内部形成的气泡(223)的体积可以为3%以上且50%以下。

[0112] 根据本发明的一实施例,涂料涂膜层(220)根据溶剂将陶瓷微粒处理为亲水性或疏水性,与聚合物粘合剂一同均质混合来在陶瓷微粒表面形成气泡(223),从而可以形成第二陶瓷微粒(222)与气泡的结合物(224)。

[0113] 根据本发明的一实施例,在辐射冷却器件(200)的涂料涂膜层(220)中,当气泡(223)为特定体积以上时,可以促进入射太阳光散射来全部反射光,但若气泡的体积分数过大,则会降低涂膜层的机械性质。

[0114] 由辐射冷却涂料形成的辐射冷却器件(200)中的光散射在陶瓷微粒与聚合物结合物之间的界面、陶瓷微粒与气泡之间的界面以及气泡与聚合物结合物之间的界面发生,与没有气泡的情况相比,可以减少用于规定量的光散射反射的涂膜层的厚度或者减少所需的陶瓷微粒的含量。

[0115] 参照图3,本发明一实施例的辐射冷却器件(300)由辐射冷却涂料形成。

[0116] 辐射冷却涂料由起到颜料作用的陶瓷微粒、起到粘合剂作用的聚合物树脂以及溶剂构成,涂敷在基板(310)上后形成涂料涂膜层(320)。

[0117] 陶瓷微粒可以包括第一陶瓷微粒(321)及第二陶瓷微粒(322)。

[0118] 陶瓷微粒可以包含二氧化钛、氧化铝、六方氮化硼、二氧化锆、二氧化硅、碳酸钙、硫酸钡、氧化镁、三氧化二钒、氧化钒稳定的氧化锆、氧化铍、氧化锰、氧化锌、碳化硅、氮化铝中的至少一种,可以包含聚偏二氟乙烯、聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物中的至少一种聚合物微粒。

[0119] 第一陶瓷微粒(321)与第二陶瓷微粒(322)可以为上述陶瓷微粒物质中互不相同的物质。

[0120] 例如,陶瓷微粒的大小可以为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 。

[0121] 陶瓷微粒可以考虑对入射太阳光的折射率和消光系数以及对长波红外线的消光

系数来选择。

[0122] 根据本发明的一实施例,在用于形成涂料涂膜层(320)的辐射冷却涂料中,聚合物树脂可以包含聚氨酯树脂、醇酸树脂、丙烯酸酯树脂、聚氯乙烯、聚乙烯、丙烯酸树脂、二季戊四醇六丙烯酸酯、氟基树脂中的至少一种。

[0123] 陶瓷微粒与上述聚合物树脂的重量比为 $x:1$, x 可以为0.15至3。

[0124] 根据本发明的一实施例,辐射冷却涂料可以为通过气泡(323)进一步增进光散射的辐射冷却涂料。

[0125] 例如,气泡(323)的大小可以为 $0.1\mu\text{m}$ 至 $5\mu\text{m}$ 。

[0126] 作为一例,涂料涂膜层(320)通过气泡(323)与陶瓷微粒相似的尺寸混合来形成以促进光反射,即使减少辐射冷却涂料中陶瓷颗粒的含量也能够实现高的光反射和辐射冷却性能。

[0127] 即,辐射冷却涂料通过混合与陶瓷微粒的大小相似的气泡来形成涂料涂膜层,由此,即使减少陶瓷颗粒的含量也可以实现高的光反射和辐射冷却性能。

[0128] 本发明一实施例的辐射冷却涂料的光散射在陶瓷微粒与聚合物结合物之间的界面、陶瓷微粒与气泡(323)之间的界面以及气泡(323)与聚合物结合物之间的界面上发生,与没有气泡(323)的情况相比,可以减少用于规定量的光散射反射的涂膜层的厚度或者减少所需的陶瓷微粒的含量。

[0129] 聚偏二氟乙烯、聚四氟乙烯、乙烯-四氟乙烯共聚物等聚合物颗粒和二氧化钛、氧化铝、六方氮化硼、二氧化锆、二氧化硅、碳酸钙、硫酸钡、氧化镁、三氧化二钨、氧化钨稳定的氧化锆、氧化铍、氧化锰、氧化锌、碳化硅、氮化铝等陶瓷微粒以及聚氨酯树脂、氟基树脂、聚乙烯树脂、聚丙烯酸酯树脂、聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚氯乙烯等聚合物树脂的混合物不吸收且有效反射入射太阳光(紫外线-可视光-近红外线),可以在 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的大气窗区全区域中具有高的吸收(放射)度,因此具有辐射冷却功能。

[0130] 而且,该混合物被用作溶媒的溶剂均质化,从而具有可以轻松涂敷在多种表面的涂料的形态。

[0131] 聚合物颗粒和陶瓷微粒与聚合物树脂具有互不相同的折射率,通过散射入射光来减少入射太阳光的吸收并提高反射。

[0132] 基板(210)或基板(310)可以为数据中心、通讯设备或中继设备等设置在室外的内部积热的设备的表面。

[0133] 因此,本发明可以提供用来解决数据中心、通讯设备或中继设备等设置在室外时因内部积热使设备温度上升而产生的问题的辐射冷却涂料。

[0134] 陶瓷微粒不仅包括单一颗粒,还包括由不同种类的陶瓷材料构成的核壳(coreshell)颗粒或内部为空的空心(hollow)微粒。

[0135] 与单纯地仅由陶瓷微粒与聚合物粘合剂(结合物)来形成的情况相比,追加气泡时,除陶瓷颗粒与聚合物粘合剂的界面以外,还在聚合物粘合剂与气泡、陶瓷颗粒与气泡之间的界面发生光散射,从而进一步促进光散射。

[0136] 陶瓷微粒的折射率大约为2.0以上,聚合物粘合剂的折射率为1.4至1.6,而气泡的折射率为1.0,从而可以更为有效地形成由气泡形成的光散射。

[0137] 可以通过向聚氨酯树脂、氟基树脂、聚乙烯树脂、聚丙烯酸酯树脂、聚二甲基硅氧

烷、聚氯乙烯等聚合物树脂添加光引发剂、热引发剂或分散剂等来改善涂料膜的机械性质、光泽、干燥性、聚合物(陶瓷)颗粒的分散性等。

[0138] 由此,为了改善涂料的操作性,辐射冷却涂料还可以包含分散剂及光引发剂中的至少一种添加剂。

[0139] 根据本发明的一实施例,涂料涂膜层(320)的厚度可以形成为300 μm 以下。

[0140] 若增加聚合物粘合剂的含量,即,减少陶瓷微粒的含量,则具有减少太阳光反射而增加太阳光透过的的问题。

[0141] 但是,通常聚合物粘合剂的含量越高,就越改善涂料的操作性,涂料膜的表面就越美观。

[0142] 降低实现辐射冷却性能所需的最小涂膜层厚度,意味着有必要降低辐射冷却涂料的涂装操作性及涂装难易度。

[0143] 为此,应使光散射在辐射冷却涂料内部更为活跃地发生。

[0144] 本发明一实施例的辐射冷却器件(300)为了在减少厚度的涂料涂膜层(320)中实现充分的入射太阳光的反射,除现有辐射冷却涂料的陶瓷微粒与聚合物粘合剂的散射以外,还可以触发额外的光散射。

[0145] 为此,本发明一实施例的辐射冷却涂料通过形成第一结合物(324)及第二结合物(325)来在涂料涂膜层(320)内部分布与陶瓷微粒的大小相似的气泡,从而在气泡与陶瓷微粒、气泡与聚合物粘合剂之间也发生光散射。

[0146] 根据本发明的一实施例,第一结合物(324)可以为第一陶瓷微粒(321)与气泡(323)的结合物,第二结合物(325)可以为第二陶瓷微粒(322)与气泡(323)的结合物。

[0147] 气泡的折射率为1.0,与聚合物粘合剂及陶瓷微粒的折射率的差异大,在气泡周围非常有效地发生光散射,即使在以薄的厚度形成的涂料涂膜层(320)中也能够提供足够高的太阳光反射率和低的太阳光透过率。

[0148] 即使少量含有气泡,也完全不影响大气窗区放射率。

[0149] 更为具体地,在涂料涂膜层(320)内存在气泡(323)的情况下,因活跃地发生光散射而使光无法到达涂料涂膜层(320)的深部而被反射出去。

[0150] 然而,在没有气泡的情况下,光散射减少而使光到达涂膜层深部,遇到更多吸收颗粒而增加吸收,从而减少反射。

[0151] 与现有发明的辐射冷却涂料或已商用化的隔热(阻热)相比,本发明一实施例的辐射冷却涂料减少入射太阳光的吸收,使反射最大化,促进8 μm 至13 μm 的红外线的放射,从而具有更为优秀的辐射冷却性能。

[0152] 为了增加入射太阳光的反射并减少吸收,涂料涂膜层(320)内部均匀分布有包含气泡(323)第一结合物(324)及第二结合物(325)。

[0153] 在存在于涂料涂膜层(320)内部的气泡的影响下,光散射得到促进,增加入射光的反射,光无法到达涂膜层深部,在涂膜层上部也形成散射反射,从而减少吸收。

[0154] 为了在涂料涂膜层(320)内部生成气泡,在溶剂为水的水溶性涂料的情况下,使陶瓷微粒表面形成疏水性(亲油性)表面,当陶瓷微粒与聚合物粘合剂以及溶剂一同混合来均质化时,在陶瓷微粒表面形成气泡。

[0155] 同样,在溶剂为油成分的油性涂料的情况下,使陶瓷微粒表面形成亲水性(疏油

性)表面,当陶瓷微粒与聚合物粘合剂以及溶剂一同混合来均质化时,在陶瓷微粒表面形成气泡。

[0156] 这样,陶瓷微粒表面的操作可以对部分及全部陶瓷微粒进行,可以在一部分种类的陶瓷微粒或全部种类的陶瓷微粒中实现,可以通过这种方式调节气泡的浓度。

[0157] 通常,陶瓷微粒自然带有亲水性,可以使用溶有硬脂酸(stearic acid)的溶液处理这样的陶瓷微粒来将表面性质改性为疏水性。

[0158] 为了有效散射反射入射太阳光,辐射冷却涂料可以为折射率与起到粘合剂作用的聚合物树脂的折射率差异大的材料。

[0159] 即,选择折射率值高的材料,带隙能量 (bandgap energy) 值高,因此选择对入射太阳光透明的材料。

[0160] 因此,本发明可提供如下辐射冷却涂料:在涂料涂膜层内部形成气泡来减少实现辐射冷却性能所需的涂料涂膜层厚度、降低辐射冷却涂料的涂装操作性及涂装难易度,从而能够在辐射冷却涂料内部更为活跃地引起光散射。

[0161] 并且,本发明可以提供如下辐射冷却涂料:在薄的厚度也示出优秀的辐射冷却性能,可以不涂装厚的厚度,从而具有优秀的涂装操作性。

[0162] 图4a及图4b为用于说明本发明一实施例的辐射冷却涂料的光学特性的图。

[0163] 图4a通过与本发明一实施例的辐射冷却涂料的光学特性中与反射率(reflection)相关联的内容将本发明与现有技术进行比较来说明。

[0164] 参照图4a,曲线图(400)比较基于本发明的以存在有气孔的方式形成涂料涂膜层的辐射冷却涂料的样品(401)与现有技术的样品(402)的反射率。

[0165] 图4b通过与本发明一实施例的辐射冷却涂料的光学特性中与吸收率(absorption)相关联的内容将本发明与现有技术进行比较来说明。

[0166] 参照图4b,曲线图(410)比较基于本发明的以存在有气孔的方式形成涂料涂膜层的辐射冷却涂料的样品(411)与现有技术的样品(412)的吸收率。

[0167] 与曲线图(400)和曲线图(410)相关地,将具有 $0.4\mu\text{m}$ 至 $0.6\mu\text{m}$ 的粒径的钇稳定氧化锆(YSZ,Yttria-stabilized zirconia)微粒与聚四氟乙烯聚合物粘合剂混合来制备辐射冷却涂料,一个试片以1000rpm的速度低速搅拌来制备,另一个试片以2000rpm的速度高速搅拌来制备。

[0168] 曲线图(400)和曲线图(410)中示出将这样制备的两个辐射冷却涂料试片涂覆到基板后测定光学性质的结果。其中,低速搅拌的试片相当于与本发明相关的样品(401)和样品(411),而高速搅拌的试片相当于与现有技术相关的样品(402)和样品(412)。

[0169] 如曲线图(400)和曲线图(410)所示,可以确认与样品(402)和样品(412)相比,样品(401)和样品(411)在入射太阳光的全部区域都示出高的反射率和低的吸收率。

[0170] 可以确认在样品(401)和样品(411)中,因存在气泡促进光散射而增加反射,在样品(402)和样品(412)中,存在相对少的气泡,无法有效发生光散射,减少由光散射引起的反射,使光更深地渗透到涂料涂膜层内部,从而示出增加吸收率。

[0171] 因此,本发明可以提供如下辐射冷却涂料:因气泡引起的有效的光散射而在增加粘合剂含量的情况下也具有优秀的辐射冷却性能,增加粘合剂含量来提高涂膜层的耐久性。

[0172] 并且,本发明可以提供如下辐射冷却涂料:无论昼夜都具有高的冷却辐射能力,应用在设置于室外的结构物或建筑物时,即使在太阳光炽烈的昼间也使入射太阳光的吸收最小化,很好地保持通过长波红外线放射的热释放来改善辐射冷却性能。

[0173] 图5为用于说明本发明一实施例的辐射冷却涂料的电子显微镜照片的图。

[0174] 图5例示本发明一实施例的辐射冷却涂料的电子显微镜照片。

[0175] 参照图5,第一电子显微镜照片(500)示出在通过低速搅拌来制备存在气泡的辐射冷却涂料的情况下,观察到20微米左右的微粒凝集物(agglomerate)。

[0176] 另一方面,在第二电子显微镜照片(510)中,通过高速搅拌来制备的去除气泡的试片中未观察到上述凝集物。

[0177] 如作为高倍电子显微镜照片的第一电子显微镜照片(500)和第二电子显微镜照片(510)所示,与通过低速搅拌来制备的存在气泡的试片相比,通过高速搅拌来制备的去除气泡的涂料试片示出观察到的相当于颗粒后的空的空间的气泡少。

[0178] 可以确认两个试片都示出达94%至95%的相似的大气窗区反射率,而低速搅拌的试片对入射太阳光的反射率高,示出超过100W的高的辐射冷却能力。

[0179] 根据本发明一实施例的辐射冷却涂料的陶瓷微粒的筛选及组成在太阳光中具有充分高的折射率和低的消光系数,在大气窗区中具有高的消光系数,从而在低的厚度下也具有高的太阳光反射、低的太阳光透过、高的大气窗区放射。

[0180] 例如,可通过使用在可视光线波长550nm中具有折射率1.7以上、带隙(bandgap)5eV以上的物性的辐射冷却涂料来提高辐射冷却功率。

[0181] 例如,辐射冷却涂料可以为粉末(powder)形态的涂料物质。

[0182] 为了改善辐射冷却涂料的操作性,可以追加多种添加剂(例如,分散剂、光引发剂等)。

[0183] 可以通过在由辐射冷却涂料形成的涂料涂膜层上部追加透明的外涂层(top coat)来提高涂膜层的性能。

[0184] 可以在由辐射冷却涂料形成的涂料涂膜层下部追加下涂层、中涂层等来提高与基板的结合力。

[0185] 本发明一实施例的辐射冷却涂料可以替代现有的涂料来应用在建筑物、集装箱、天线盒(box)、冷却塔、输油(水)管、汽车、安全帽等,可以应用在需要冷却的所有产品组中。

[0186] 并且,辐射冷却涂料与现有涂料的构成物质相似,因此可以通过变更一部分形成物质来实现。

[0187] 在上述具体实施例中,以单数或复数在公开的具体实施例中表达了本发明所包含的结构要素。

[0188] 但是,单数或复数的表达为便于说明而在所示的状况中适当地选择,上述实施例不限于单数或复数的结构要素,以复数表达的结构要素可以由单数来构成,以单数表达的结构要素也可以由复数来构成。

[0189] 另一方面,在发明的说明中,虽然与具体的实施例相关来说明,但显而易见的是,在不脱离多种实施例所含的技术思想的范围的限度内,可以进行多种变形。

[0190] 因此,本发明的范围不应局限于说明的实施例,而应通过随附的发明要求保护范围以及与之同等的内容来确定。

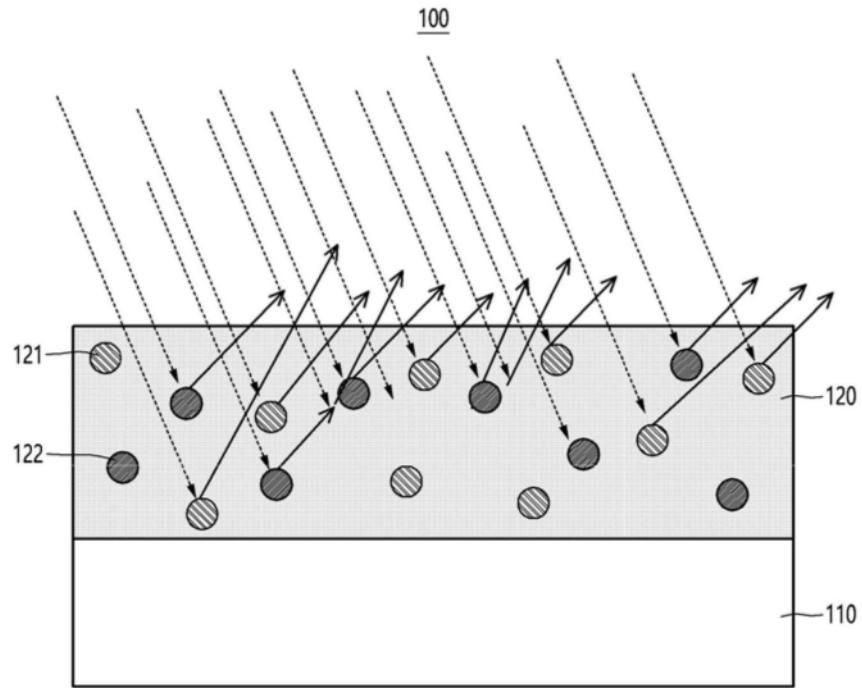


图1

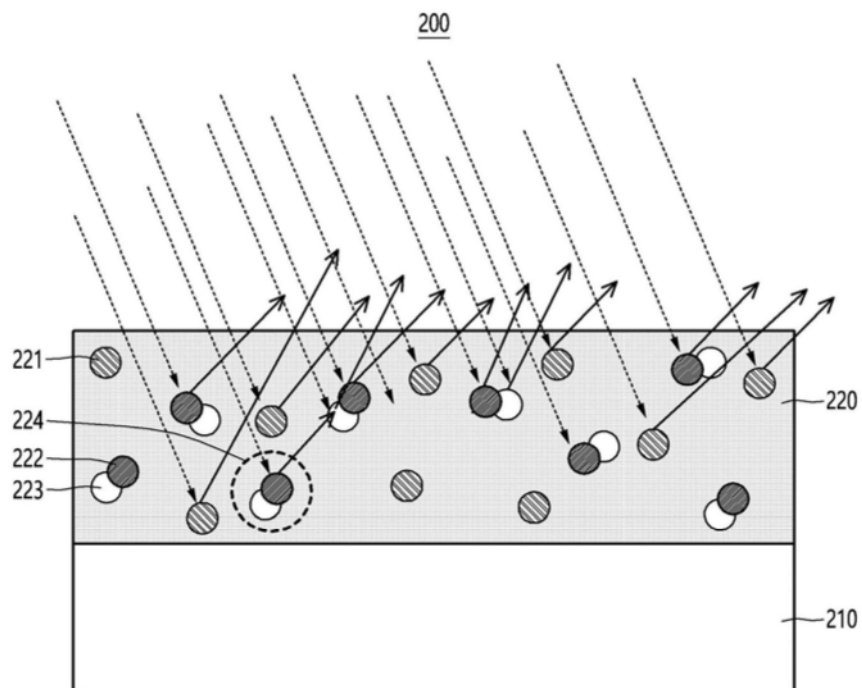


图2

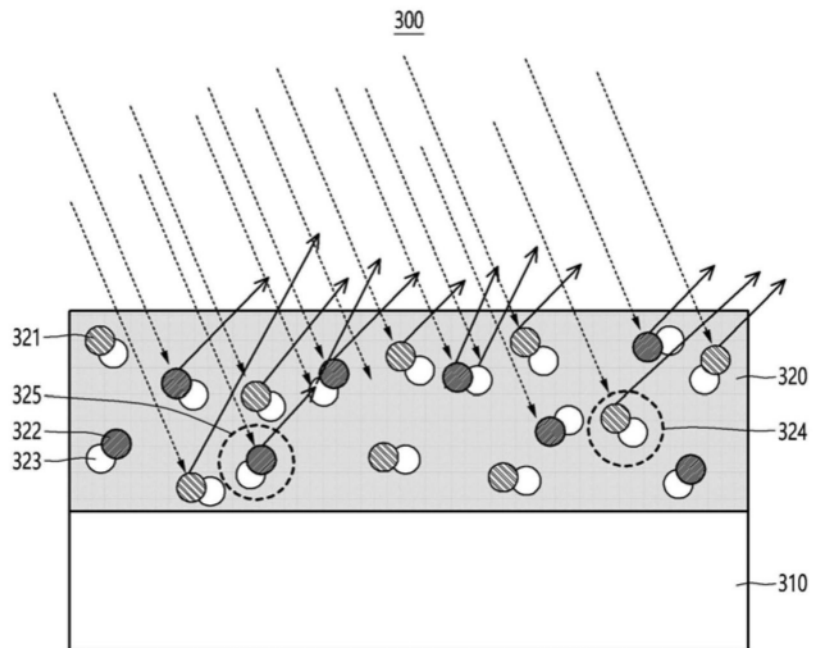


图3

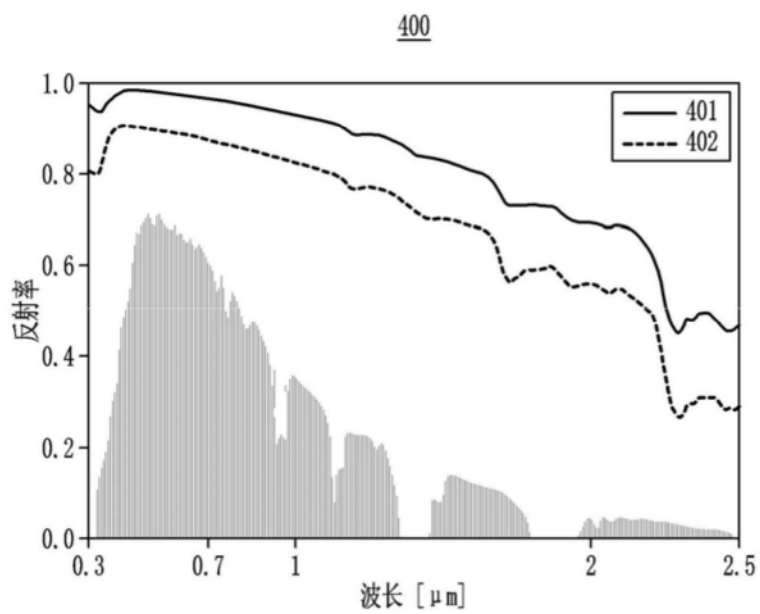


图4a

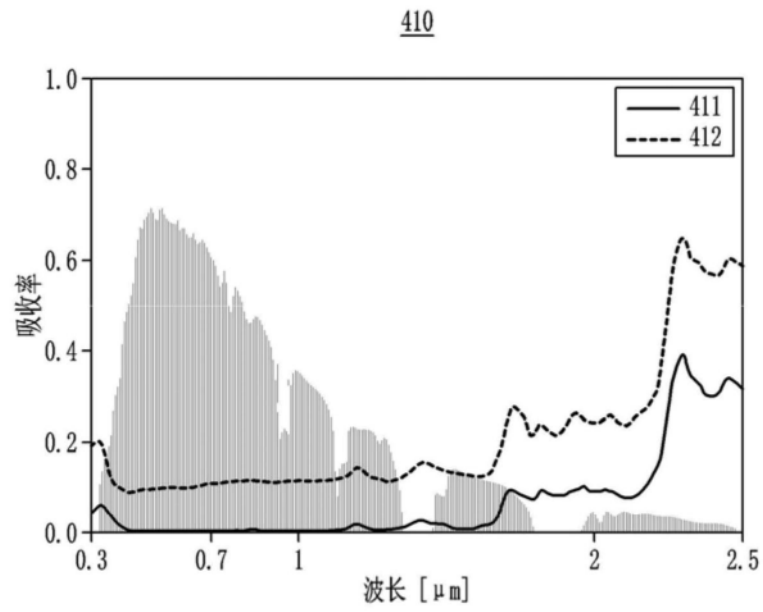


图4b

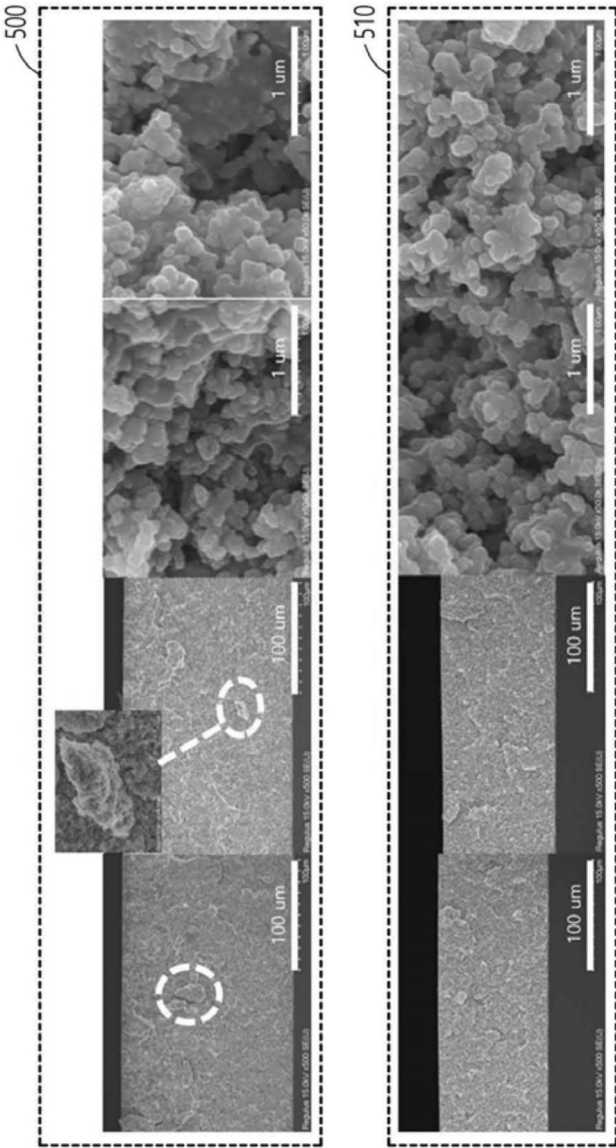


图5