



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115574485 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 06

(21) 申请号 202211088610.2

(22) 申请日 2020.10.14

(30) 优先权数据

10-2019-0137538 2019.10.31 KR

10-2019-0151729 2019.11.22 KR

(62) 分案原申请数据

202080003155.4 2020.10.14

(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:
02841)

(72) 发明人 李宪 郑弼薰 孙秀旻 蔡东右
刘禹廷

(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 贺财俊 黄健

(51) Int.Cl.

F25B 23/00 (2006.01)

G23C 14/06 (2006.01)

G23C 14/08 (2006.01)

G23C 14/14 (2006.01)

G23C 16/06 (2006.01)

G23C 16/30 (2006.01)

G23C 16/34 (2006.01)

G23C 16/40 (2006.01)

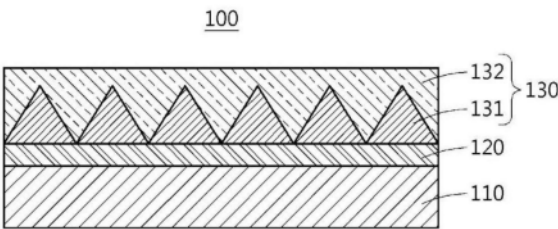
权利要求书2页 说明书28页 附图27页

(54) 发明名称

辐射冷却元件及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开一种辐射冷却元件及其制造方法。根据本发明实施例的辐射冷却元件,其特征在于,包括:反射层,其反射具有紫外线、可见光线和近红外线区域的波长的太阳光;以及辐射冷却层,其形成在反射层上而吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射,其中,辐射冷却层可以包括:第一辐射层,其包括凹凸图案;第二辐射层,其形成在第一辐射层上且具有不同于第一辐射层的折射率。



1. 一种辐射冷却元件,其特征在于,

包括:反射层,其反射具有紫外线、可见光线和近红外线区域的波长的太阳光;以及辐射冷却层,其形成在所述反射层上而吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射,其中,辐射冷却层包括:第一辐射层,其包括凹凸图案;第二辐射层,其形成在所述第一辐射层上且具有不同于所述第一辐射层的折射率,

所述辐射冷却层包括:中红外线吸收层,其形成在所述反射层上,吸收所述具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射;涂层,其所述第一辐射层和所述第二辐射层形成在所述中红外线吸收层上且与所述具有可见光线区域的波长的太阳光具有相互不同的折射率,其中,所述第一辐射层具有比所述具有可见光线区域的波长的太阳光的所述第二辐射层更大的折射率,

所述涂层反射所述具有可见光线区域的波长的太阳光,并且所述第一辐射层和所述第二辐射层重复形成,所述第一辐射层和第二辐射层之间的折射率差为0.7至2。

2. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述辐射冷却层中,所述第一辐射层和所述第二辐射层重复地形成。

3. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述反射层包括银,铝和铂中的至少一种。

4. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述第一辐射层和所述第二辐射层包括氧化物或氮化物构成的细颗粒及高分子物质中的至少一个,所述细颗粒的直径是10nm至20 μ m,所述细颗粒包括二氧化硅,氧化锆,氧化铝,二氧化钛和氮化硅中的至少一种,所述高分子物质是PDMS或DPHA。

5. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述第一辐射层和所述第二辐射层的厚度分别为10nm至2000nm。

6. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述第一辐射层包括ZnS, Si和Ge中的至少一个,并且所述第二辐射层包括CaF₂。

7. 一种辐射冷却元件的制造方法,其特征在于,

包括:在基板上形成能够反射具有紫外线、可见光线和近红外线区域的波长的太阳光的反射层的步骤;以及在所述反射层上形成辐射冷却层的步骤,所述辐射冷却层能够吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射,

其中,所述辐射冷却层的形成步骤包括:包括凹凸图案的第一辐射层形成在所述反射层上的步骤;在所述第一辐射层上形成具有不同于所述第一辐射层的折射率的第二辐射层的步骤;以及在所述反射层上形成用于吸收所述具有中红外区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射的中红外光吸收层的步骤;

其中,在所述中红外光吸收层上,形成用于反射所述具有可见区域的波长的太阳光的涂层的步骤,

其中,所述第一辐射层具有比所述具有可见光线区域的波长的太阳光的所述第二辐射层更大的折射率,

所述涂层反射所述具有可见光线区域的波长的太阳光,并且所述第一辐射层和所述第二辐射层重复形成,所述第一辐射层和第二辐射层之间的折射率差为0.7至2。

8. 根据权利要求7所述的辐射冷却元件的制造方法,其特征在于,

所述第一辐射层在所述反射层上涂覆由氧化物或氮化物制成的细颗粒和高分子物质中的至少一个之后,通过压模具有凹凸图案。

9.根据权利要求7所述的辐射冷却元件的制造方法,其特征在于,

所述第二辐射层通过在基板上使用30秒至40秒的时间旋涂由氧化物或氮化物制成的细颗粒和高分子物质中的至少一种而形成。

辐射冷却元件及其制作方法

[0001] 相关分案申请

[0002] 本申请是中国发明专利申请(申请号:202080003155.4,申请日:2020年10月14日,发明名称:辐射冷却元件及其制作方法)的分案申请。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种辐射冷却元件及其制作方法。

背景技术

[0004] 一般来说,要想冷却就必须消耗能量。电冰箱、空调等常用冷却装置利用能量压缩制冷剂之后,通过吸收在压缩的制冷剂膨胀时产生的热量来进行冷却,相反,辐射冷却是一种无需消耗能量即可执行冷却的技术。

[0005] 为了进行辐射冷却,必须很好地控制每个波段中的光的吸收、反射和辐射。

[0006] 在大多数情况下,热源是射入的太阳光,太阳光的热量分布在UV-可见光-近红外波段中,并且通过反射该波段中的光可以阻止热量通过太阳光的流入。

[0007] 如果一种材料在UV-可见光-近红外波段的反射率为100%,则意味着能反射100%射入的太阳光量能而完全没有吸收。

[0008] 例如,在太阳光照射的大白天,吸光能力强的黑色汽车的内部温度容易上升。相对来说,不吸收光且容易反射的白色汽车内部温度上升速度相对较慢。

[0009] 如果汽车的表面将UV-可见光-近红外线的波段的光全部反射,就可以阻止太阳能带来的热能流入。

[0010] 所有物体本身都以光的形式向外部辐射热量,并且所放射的光的波段取决于物体的表面温度。

[0011] 太阳将UV-可见光-近红外线波段的光辐射到外部的原因是,太阳的表面温度为6000℃。

[0012] 表面温度为几十摄氏度的物体向外部放射中红外光(波长为几到几十微米)。

[0013] 如果物体的表面涂覆有抑制中红外线的放射或重新反射放射的光的材料,则由于中红外线放射引起的热损失减少,从而提供保温的效果。

[0014] 地球大气层中含有水蒸气和二氧化碳,这些气体吸收地球放射到外部的一些中红外线的波长,从而抑制辐射。

[0015] 但是,俗称为sky window的8到13微米波段的中红外线不会被地球大气吸收,因此被称为sky window,并且在该波段内的红外线不会被大气吸收,而是放射到宇宙空间。

[0016] 如果波段将作为UV-可见光-近红外线的射入太阳光(从太阳辐射)全部反射,并且可以将sky window区间的8~13 μm 区域的中红外线有效地放射到外部,则可以通过阻止热量流入而最大限度地释放热量来在不消耗能量的情况下冷却材料。

[0017] 用于太阳光的反射材料是金属,对太阳光透明,并且是一种能够很好地辐射长波长红外线的材料,因此几乎所有辐射冷却元件的外部都具有与金属镜相同的颜色。

[0018] 这些金属镜子之类的颜色可能会成为辐射冷却材料应用的一个缺点。

[0019] 辐射冷却元件通过用于汽车、建筑物、集装箱而可以减少冷却所需的能量负担,由于颜色仅限于金属镜的颜色,因此迫切需要一种能够实现相同冷却性能且具有不同颜色的辐射冷却元件。

发明内容

[0020] 技术问题

[0021] 本发明的实施例的目的在于,提供一种辐射冷却元件及其制造方法,该元件及其制造方法因包括凹凸图案而辐射冷却层的表面积被增加,从而增加中红外线放射率,由此特高提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0022] 本发明的实施例的目的在于,提供一种辐射冷却元件及其制造方法,该元件及其制造方法通过由能够放射中红外线的氧化物、氮化物或高分子物质来形成辐射冷却层而可以增加中红外线放射率,从而可以提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0023] 本发明的实施例的目的在于,提供一种辐射冷却元件及其制造方法,该元件及其制造方法通过由氧化物或氮化物构成的细颗粒、高分子物质或它们的混合物形成辐射冷却层而可以增加中红外线放射率,并且提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0024] 本发明的实施例的目的在于,提供一种辐射冷却元件及其制造方法,该元件及其制造方法通过形成由对于可见光具有高折射率和低折射率的材料制成的辐射冷却层而最大化可见光线的反射率,从而提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0025] 本发明的实施例的目的在于,提供一种辐射冷却元件,该元件可以将可见光线反射和散射在白色辐射冷却层上,并且辐射冷却元件可以通过还包含包括金属氧化物或高分子物质细颗粒而呈现白色。

[0026] 本发明的实施例的目的在于,提供一种白色辐射冷却元件,该元件反射所有射入的太阳光以改善冷却性能。

[0027] 本发明的实施例的目的在于,提供一种白色辐射冷却元件,该元件因为包含包括高分子基质和高分子物质细颗粒的白色辐射冷却层,所以容易批量生产,并且制造成本低,还可以调整各种物理性质。

[0028] 本发明的实施例的目的在于,提供一种白色辐射冷却元件,该元件通过在白色辐射冷却层的下面包括反射增强层而改善可见光线反射率,从而提高冷却性能。

[0029] 本发明的实施例的目的在于,提供一种白色辐射冷却元件,该元件通过包含荧光颗粒的白色辐射冷却层,不仅可以显现出白色,而且还可以显现出各种颜色。

[0030] 技术方案

[0031] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,其特征在于,包括:反射层,其反射具有紫外线、可见光线和近红外线区域的波长的太阳光;以及辐射冷却层,其形成在所述反射层上而吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射,其中,所述辐射冷却层可以包括:第一辐射层,其包括凹凸图案;第二辐射层,其形成在所述第一辐射层上且具有不同于所述第一辐射层的折射率。

[0032] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述辐射冷却层的所述第1辐射层及所述第2辐射层可以重复地形成。

[0033] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述反射层可以包括银(Ag)、铝(Al)、铂(Pt)中的至少一个。根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述第1辐射层及所述第2辐射层可以包括以氧化物或氮化物构成的细颗粒及高分子物质中的至少一个。

[0034] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述细颗粒的直径可以是10nm至20 μ m。

[0035] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述细颗粒可以包括二氧化硅(SiO₂),氧化锆(ZrO₂),氧化铝(Al₂O₃),二氧化钛(TiO₂)和氮化硅(Si₃N₄)中的至少一种。

[0036] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述高分子物质可以是PDMS(polydimethylsiloxane)或DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)。

[0037] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述第一辐射层和第二辐射层的厚度可以分别为10nm至2,000nm。

[0038] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述辐射冷却层可以包括:中红外线吸收层,其形成在反射层上,吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射;涂层,其所述第一涂层和第二涂层形成在中红外线吸收层上且对具有可见光线区域的波长的太阳光具有相互不同的折射率,其中,对具有可见光线区域的波长的太阳光而第一涂层可以具有比第二涂层更大的折射率。

[0039] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述涂层可以反射具有可见光线区域的波长的太阳光。

[0040] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述涂层可以重复形成所述第一涂层和所述第二涂层。

[0041] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述第一涂层和第二涂层之间的折射率差可以为0.7至2。

[0042] 根据本发明实施例的辐射冷却元件,所述第一涂层可以包括ZnS,Si和Ge中的至少一个,并且所述第二涂层可以包括CaF₂。

[0043] 根据本发明的辐射冷却元件的制造方法,其特征在于,包括:在基板上形成能够反射具有紫外线、可见光线和近红外线区域的波长的太阳光的反射层的步骤;以及能够吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射的辐射冷却层形成在反射层上的步骤,其中,所述辐射冷却层的形成步骤可以包括:包括凹凸图案的第一辐射层形成在反射层上的步骤;以及在第一辐射层上形成具有不同于第一辐射层的折射率的第二辐射层的步骤。

[0044] 根据本发明的辐射冷却元件的制造方法,所述辐射冷却层所述第一辐射层和所述第二辐射层可以重复地形成在所述反射层上。

[0045] 根据本发明的辐射冷却元件的制造方法,所述第一辐射层在所述反射层上涂覆由氧化物或氮化物制成的细颗粒和高分子物质中的至少一个之后,可以通过压模具有凹凸图案。

[0046] 根据本发明的辐射冷却元件的制造方法,所述第二辐射层可以通过在基板上旋涂由氧化物或氮化物制成的细颗粒和高分子物质中的至少一种来形成。

[0047] 根据本发明的辐射冷却元件的制造方法,所述旋涂可以进行30秒至40秒。

[0048] 根据本发明实施例的辐射冷却元件的制造方法,所述辐射冷却层形成的步骤包括:在所述反射层上形成吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射的

中红外线吸收层的步骤;以及在所述中红外线吸收层上形成对于具有可见光线区域的波长的太阳光具有相互不同的折射率的涂层的步骤,其中,所述涂层形成步骤是在中红外线吸收层上形成对具有可见光线区域波长的太阳光具有不同折射率的第一涂层和第二涂层的工艺,并且对具有可见光线区域的波长的太阳光第一涂层可以具有比第二涂层更大的折射率。

[0049] 根据本发明实施例的辐射冷却元件的制造方法,所述涂层可以重复形成所述第一涂层和所述第二涂层。

[0050] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,其特征在于,包括:基板;以及白色辐射冷却层,其在所述基板上形成,并且将包含反射并散射具有可见光线区域的波长的太阳光的金属氧化物颗粒和辐射荧光的荧光颗粒混合在吸收具有中红外线区域的波长的太阳光之后将其作为热量而放射的高分子基质内,其中,所述白色辐射冷却层吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射,同时,反射和散射可见光线区域的波长的太阳光。所述白色辐射冷却层吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射,同时,反射和散射所述具有可见光线区域的波长的太阳光。

[0051] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,所述白色辐射冷却元件通过包括白色辐射冷却层中包含的所述金属氧化物的细颗粒反射和散射具有可见光线区域的波长的太阳光而呈现白色。

[0052] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,包括所述高分子基质和所述高分子的物质细颗粒具有相互不同的折射率,并且所述白色辐射冷却层通过包括在所述白色辐射冷却层中的高分子物质包含的细颗粒反射和散射具有可见光线区域的波长的太阳光而呈现白色。

[0053] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,所述高分子基质可以包括PDMS (polydimethylsiloxane), PMMA (polymethyl methacrylate), DPHA (dipentaerythritol penta/hexa acrylate), PVDF (polyvinylidene fluoride) 和PUA (polyurethane acrylate) 中的至少一种。

[0054] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,所述金属氧化物可以是二氧化钛(TiO_2), 氧化锆(ZrO_2), 氧化铝(Al_2O_3) 和氧化锌(ZnO) 中的至少一种。

[0055] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,所述高分子物质可以是PVDF (polyvinylidene fluoride) 和PUA (polyurethane acrylate) 中的至少一种。

[0056] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,所述白色辐射冷却元件还可以包括反射增强层,该增强层另外将具有可见光线区域的波长的太阳光反射在白色辐射冷却层的下面。

[0057] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,所述白色辐射冷却元件的所述反射增强层还可以包括银(Ag), 铝(Al) 和铂(Pt) 中的至少一种。

[0058] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,所述白色辐射冷却元件的所述反射增强层和所述白色辐射冷却层可以重复地形成。

[0059] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,其特征在于,包括:基板;以及白色辐射冷却层,其在所述基板上形成,并且将包含反射并散射具有可见光线区域的波长的太阳光的金属氧化物颗粒和辐射荧光的荧光颗粒混合在吸收具有中红外线区域的波长的太阳光

之后将其作为热量而放射的高分子基质内,其中,所述白色辐射冷却层吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射,同时,反射和散射可见光线区域的波长的太阳光。

[0060] 发明效果

[0061] 根据本发明的实施例,辐射冷却层因包括凹凸图案而辐射冷却层的表面积被增加,从而增加中红外线放射率,由此特高提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0062] 根据本发明的实施例,通过以能够放射中红外线的氧化物、氮化物或高分子物质来形成辐射冷却层而增加中红外线放射率,并且可以提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0063] 根据本发明的实施例,通过由氧化物或氮化物构成的细颗粒、高分子物质或它们的混合物形成辐射冷却层而增加中红外线放射率,并且提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0064] 根据本发明的实施例,通过形成由对可见光具有高折射率和低折射率的材料制成的辐射冷却层而最大化可见光线的反射率,从而提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0065] 根据本发明的实施例,可以将可见光线反射和散射在白色辐射冷却层上,并且辐射冷却元件通过还包含包括金属氧化物或高分子物质细颗粒而呈现白色。

[0066] 根据本发明的实施例,反射所有射入的太阳光以改善冷却性能。

[0067] 根据本发明的实施例,因为包含包括高分子基质和高分子物质细颗粒的白色辐射冷却层,所以容易批量生产,并且制造成本低,还可以调整各种物理性质。

[0068] 根据本发明的实施例,通过在白色辐射冷却层的下面包括反射增强层而改善可见光线反射率,从而提高冷却性能。

[0069] 根据本发明的实施例,通过包含荧光颗粒的白色辐射冷却层,不仅可以显现出白色,而且还可以显现出各种颜色。

附图说明

[0070] 图1a和图1b是显示根据本发明实施例的辐射冷却元件的具体状态的截面图。

[0071] 图2a和图2b是显示根据本发明另一实施例的辐射冷却元件的具体状态的截面图。

[0072] 图3是显示根据本发明实施例的辐射冷却元件的制造方法的流程图。

[0073] 图4是显示根据本发明的另一实施例的辐射冷却元件的制造方法的流程图。

[0074] 图5是显示根据本发明的实施例和对比例的取决于第一和第二辐射层的是否重复层压的吸收率的图表。

[0075] 图6是显示根据本发明第二实施例的辐射冷却元件的吸收率和放射率的图表。

[0076] 图7是显示本发明的实施例2的日照量的日间每个时间段的辐射冷却元件的温度的图表。

[0077] 图8是显示根据本发明的实施例3-1的辐射冷却元件的吸收率和放射率的图表。

[0078] 图9是显示本发明的实施例3-1和比较例2的根据日照量的辐射冷却元件白天每时间段的外部温度的图。

[0079] 图10是显示本发明的实施例3-1、实施例3-2和比较例2的夜间每时间段的辐射冷却元件的温度的图表。

[0080] 图11是显示本发明的实施例4-1、4-2和对比例3的辐射冷却元件的吸光率的图表。

[0081] 图12是显示根据本发明的实施例4-1和实施例4-2的日间每个时段的辐射冷却元

件的温度和外部温度的图。

[0082] 图13是显示根据本发明的实施例4-1和实施例4-2的夜间每个时段的辐射冷却元件的温度和外部温度的图。

[0083] 图14a至图14c是显示根据本发明的实施例5的辐射冷却元件的截面的SEM (scanning electron spectroscopy) 图像。

[0084] 图15是显示根据本发明的实施例5的辐射冷却元件的根据DPHA含量的吸收率的图表。

[0085] 图16是显示本发明的实施例5的根据日照量的各观察期间的辐射冷却元件的温度的图表。

[0086] 图17是显示根据本发明的实施例6-1的辐射冷却元件的根据细颗粒含量的吸收率的图表。

[0087] 图18是显示根据本发明的实施例6-2的辐射冷却元件的根据细颗粒直径的吸收率的图表。

[0088] 图19是显示根据本发明的实施例5的日射量的根据辐射冷却元件细颗粒含量的温度的图表。

[0089] 图20是显示根据本发明的实施例7和对比例4的取决于凹凸图案是否存在的吸收率的图表。

[0090] 图21是显示本发明的实施例8、对比例5-1和对比例5-2的辐射冷却元件的中红外线放射率的图表。

[0091] 图22a至图22c是显示本发明的实施例8、比较例5-1和比较例5-2的辐射冷却元件的根据时间的温度和温度变化的图表。

[0092] 图23a至图23c是显示根据本发明实施例的白色辐射冷却元件的具体状态的截面图。

[0093] 图24a和图24b是显示根据本发明实施例的白色辐射冷却元件的根据细颗粒含量的吸收率的图表。

[0094] 图25是显示根据本发明实施例的包括细颗粒的白色辐射冷却元件的温度随时间变化的图表。

[0095] 图26a是显示现有辐射冷却元件的状态的图像,图26b是显示根据本发明实施例的白色辐射冷却元件的状态的图像。

[0096] 图27是显示根据本发明实施例的白辐射冷却元件中包括的根据高分子的类型而变化的白辐射冷却元件吸收率的图表。

[0097] 图28是显示根据本发明实施例的包括高分子物质细颗粒的白色辐射冷却元件的温度随时间变化的图表。

具体实施方式

[0098] 以下参照附图及附图所记载的内容,详细说明本发明的实施例。本发明并非受实施例的限制或限定。

[0099] 在本说明书中使用的术语是用于说明实施例,而无意于限制本发明。在本说明书中,如果在文中无明确说明,则单数形式也包括复数形式。如果说明书中所使用的“包括

(comprises)”和/或“包含着(comprising)”不排除在所提到的构成要素、步骤上会存在或增加一个以上的其他元件或步骤。

[0100] 本文中所用的“实施例”、“例”、“侧面”、“示例”等所记述的任意样式(aspect)或设计不应解释为比其他样式或设计好或具有优点。

[0101] 另外,术语“或者”比起异或‘exclusive or’而更表示或‘inclusive or’。即,在未另有说明或未从上下文中明确地得知(的情况下,‘x利用a或b’这种表达方式表示自然包含性排列(natural inclusive permutations)中的任何一种。

[0102] 另外,本说明书和权利要求书中使用的单数表述(“a”或“an”),在未另有说明或未从上下文中明确地得知是单数形式的情况下,通常应将其解释为“一个以上”。

[0103] 在以下描述中使用的术语在相关技术领域作为通用性的和普遍性的术语而被使用,但因技术发展和/或变化、惯例、技术人员的偏爱等而可能会使用其他术语。因此,在以下描述中使用的术语不应理解为限制技术宗旨,而应理解为用于描述实施例的示例性术语。

[0104] 另外,在特定情况下,有申请人任意选择的术语,在属于这种情况的描述部分,将详细地描述其含义。因此,应基于术语的含义和整个说明书中的内容,而不仅仅基于术语的名称来理解在以下描述中使用的术语。

[0105] 在没有另有定义的情况下,可以理解为,本本说明书中使用的所有术语(包括技术和科学术语)是发明所属领域的普通技术人员可以共同理解的含义。另外,除非明确地定义,否则在常用字典中定义的术语不会理想化地或过度地被解释。

[0106] 另一方面,在本发明的描述中,如果确定相关的已知功能或构成的详细描述会不必要地使本发明的宗旨晦涩难懂,则将省略其详细描述。另外,在本说明书中使用的术语(terminology)是用于正确表达本发明的实施例的术语,其可以根据用户或操作者的意图或本发明所属领域的惯例而变化。因此,应该基于整个说明书中的内容来对这些术语进行定义。

[0107] 根据本发明实施例的辐射冷却元件吸收中红外线并作为热量而放射,并且其形成在目标物体的表面上,使得存在于根据本发明实施例的辐射冷却元件下方的目标物体的温度低于外部温度。

[0108] 例如,根据本发明实施例的辐射冷却元件形成在汽车表面上,可以使车架的温度低于外部温度或汽车内部的温度低于外部温度。

[0109] 此时,目标物体是设置在辐射冷却元件的物体,所述目标物体可以是诸如汽车、公寓、购物中心或办公大楼之类的建筑物,或者可以是设置在空气/水冷却冷却器中的热交换管。

[0110] 只要所述目标物体是可以配备根据本发明实施例的辐射冷却元件的物体,就不限于所述示例。

[0111] 此时,外部温度是指环境温度(ambient temperature),并且可以是相当于根据本发明的实施例的辐射冷却元件的外部的温度。

[0112] 图1a和图1b是显示根据本发明实施例的辐射冷却元件的具体状态的截面图。

[0113] 首先,参考图1a,根据本发明实施例的辐射冷却元件100包括:反射层120,其将具有可见光线和近红外线区域的波长的太阳光反射在基板110上;以及辐射冷却层130,其形

成在反射层120上,吸收中红外线区域的波长的太阳光并作为热量而放射,其中,辐射冷却层可以包括:第一辐射层,其包括凹凸图案;第二辐射层,其形成在第一辐射层上且具有不同于第一辐射层的折射率。

[0114] 通常,由于太阳的表面温度达到约6,000℃,所以太阳光具有紫外线、可见光线和近红外线等各种区域的波长。

[0115] 反射层120反射太阳光的紫外线、可见光线及近红外线区域的光,使得根据本发明实施例的辐射冷却元件100的温度不会因太阳光而升高。

[0116] 即,反射层120反射太阳光以使根据本发明实施例的辐射冷却元件100吸收的太阳光最小,并最大程度地反射太阳光。

[0117] 优选地,反射层120可以由能够很好地反射太阳光的材料制成,尤其对可见光线区域的光具有90%以上的反射率。

[0118] 例如,反射层120可以由银(Ag),铝(Al)和铂(Pt)等金属材料中的至少一种制成,但是不限于所述材料。

[0119] 根据实施例,反射层120可以由市场上出售的如3M公司太阳镜膜之类的太阳反射膜形成。

[0120] 根据实施例,反射层120可以由高分子物质或无机物材料制成的多层薄膜形成。

[0121] 所述多层薄膜可以具有不同折射率的材料重复地被层压的形状。

[0122] 根据实施例,基板110可以由柔性高分子物质膜、玻璃、石英、硅晶片和金属中的任何一种形成,并且不限于所述材料。

[0123] 例如,基板110可以是由如聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)之类的聚酯树脂、醋酸盐基树脂、聚醚砜树脂、聚碳酸酯树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺树脂、聚烯烃树脂、(甲基)丙烯酸树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚苯乙烯树脂、聚乙烯醇树脂、聚丙烯酸酯树脂、聚苯硫醚树脂、聚苯硫醚基树脂中的任何一种物质制成。

[0124] 辐射冷却层130通过形成在反射层120上而吸收中红外线并将其作为热量放射,从而可以降低设置有根据本发明实施例的辐射冷却元件100的目标物体的温度。

[0125] 通常,由于表面温度达到几十摄氏度,地球上的物体会放射波段8μm至13μm的中红外线。

[0126] 这种中红外线放射可以降低物体的温度,根据本发明的实施例的辐射冷却元件100可以包括辐射冷却层130,该辐射冷却层130由能够在波段为8μm至13μm的已知大气透明区间(atmospheric window transmittance或sky window)中良好地放射中红外线的材料制成,从而目标物体的温度可以保持为低于外部温度。

[0127] 根据本发明实施例的辐射冷却层130由能够有效地放射中红外线的材料制成,并且可以具有单层形状。

[0128] 根据实施例,辐射冷却层130通过层压由两个能够有效放射中红外线的由不同材料制成的薄膜而形成,并且辐射冷却层130可以包括第一辐射层131和第二辐射层132。

[0129] 具体而言,根据实施例,第一辐射层131可以在反射层120上形成为薄膜,并且可以形成为在反射层120上包括凹凸图案。

[0130] 由于第一辐射层131包括凹凸图案,因此可以增加第一辐射层131的表面积,从而提高中红外线放射率。

[0131] 所述凹凸图案可以是多个圆柱体,棱柱和线形(line)的凹凸图案,并且形状不限于所述形状。

[0132] 第二辐射层132可以在第一辐射层131上形成为薄膜。

[0133] 根据实施例,第二辐射层132可以以薄膜形状形成在包括凹凸图案的第一辐射层131上。

[0134] 第二辐射层132针对具有中红外线区域的波长的太阳光而可以由具有与第一辐射层131不同折射率的材料形成。

[0135] 即,构成第一辐射层131和第二辐射层132的材料具有不同的折射率,因此由于声子-极化子(phonon-polariton)共振效应而具有高中红外线放射率。

[0136] 根据实施例,第一辐射层131和第二辐射层132相对具有中红外线区域的波长的太阳光的折射率之差可以是0.7至2。

[0137] 据本发明实施例的第一辐射层131和第二辐射层132可以包括氧化物、氮化物或高分子物质中的至少一种。

[0138] 第一辐射层131和第二辐射层132可以包括不同类型的氧化物、氮化物或高分子物质中的至少一种。

[0139] 所述氧化物可以包括二氧化硅(SiO_2),氧化锆(ZrO_2),氧化铝(Al_2O_3)和二氧化钛(TiO_2),但不限于所述材料。

[0140] 所述氮化物可以是氮化硅(Si_3N_4),但是不限于所述材料。

[0141] 根据实施例,高分子物质可以是PDMS(polydimethylsiloxane)或DPHA(dipentaerythritol penta/hexa acrylate)等丙烯酸类高分子,但不限于所述材料。

[0142] 所述丙烯酸类高分子具有C-O拉伸振动(stretching vibration),从而在中红外线区域的波长具有高放射率。

[0143] 尤其,由于C-O拉伸振动(stretching vibration)和C=C=弯曲振动(bending vibration)而所述DPHA在中红外线区域的波长具有高放射率。

[0144] 例如,可以通过沉积作为氧化物的二氧化硅来形成第一辐射层131,并且可以通过沉积氧化铝来形成第二辐射层132,但是不限于所述示例。

[0145] 另外,第一辐射层131可以具有通过旋涂PDMS形成的层形状,并且第二辐射层132可以具有通过沉积氮化硅形成的层形状,但不限于所述示例。

[0146] 根据本发明实施例的第一辐射层131和第二辐射层132可以包括细颗粒和高分子物质中的至少一个。

[0147] 根据实施例,第一辐射层131或第二辐射层132可以由细颗粒和高分子物质的混合物形成。

[0148] 随着所述混合物内细颗粒含量的增加,中红外线的放射率会增加。

[0149] 所述细颗粒可以以基于所述混合物的总重量的1重量%至20重量%的量与高分子物质混合。

[0150] 通过混合基于作为高分子物质的PDMS的总重量混合30重量%的作为细颗粒的20nm直径氧化锌(ZnO)颗粒而制造混合物。

[0151] 通过混合基于高分子物质的PDMS的总重量混合30重量%的作为细颗粒的20nm直径氧化锌(ZnO)颗粒而制造混合物。

[0152] 当所述细颗粒的含量超过20重量%时,中红外线放射率不再增加。

[0153] 所述细颗粒可以由氧化物或氮化物制成,并且可以包括例如二氧化硅(SiO_2),氧化锆(ZrO_2),氧化铝(Al_2O_3),二氧化钛(TiO_2)和氮化硅(Si_3N_4)中的至少一种。

[0154] 根据本发明实施例的辐射冷却元件100包括在辐射冷却层130中的细颗粒的尺寸越小,对中红外线可以具有越高的放射率。

[0155] 根据实施例,所述细颗粒可以具有10nm至20 μm 的直径。

[0156] 优选地,具有纳米单位尺寸的细颗粒相比于微米单位尺寸的细颗粒具有更高的中红外光线放射率。

[0157] 作为一例,第一辐射层131可以由细颗粒和高分子物质的混合物制成,而第二辐射层132可以仅由高分子物质制成。

[0158] 例如,第一辐射层131可以由作为细颗粒的氧化铝和作为高分子物质PDMS制成,并且第二辐射层132可以由作为高分子物质的氮化硅(Si_3N_4)制成,并且不限于所述示例。

[0159] 另外,作为另一例,第一辐射层131和第二辐射层132由所述细颗粒和所述高分子物质的混合物制成,但形成第一辐射层131和第二辐射层132的细颗粒和的高分子物质的类型可以相互不同。

[0160] 例如,第一辐射层131可以由作为细颗粒的二氧化硅和作为高分子物质的PDMS的混合物制成,并且第二辐射层132可以由作为细颗粒的氧化铝和作为高分子物质的DPHA制成,并且不限于所述示例。

[0161] 第一辐射层131和第二辐射层132的厚度可以彼此相同或不同。

[0162] 根据实施例,第一辐射层131和第二辐射层132可以分别形成10nm至2,000nm的厚度。

[0163] 此时,当第一辐射层131包括凹凸图案时,从反射层120的表面到凹凸图案的凸部分的顶部的高度可以以第一辐射层131的厚度来设定。

[0164] 根据一个实施例,辐射冷却层130可以包括第一辐射层131、第二辐射层132和第三辐射层(未图示)。

[0165] 根据一个实施例,第一辐射层131、第二辐射层132和第三辐射层可以放射中红外线,并且可以由具有相互不同折射率的材料制成。

[0166] 参照图1b,参照图1b,根据本发明实施例的辐射冷却元件100可以包括:辐射冷却层130,其重复形成第一辐射层131和第二辐射层132。

[0167] 例如,辐射冷却层130以第一辐射层131-第二辐射层132-第一辐射层131-第二辐射层132的顺序重复地层压在反射层120上。

[0168] 根据实施例,尽管未图示,辐射冷却层130可以以第一辐射层131-第二辐射层132-第一辐射层131-第二辐射层132-第一辐射层131-第二辐射层132-第一辐射层131-第二辐射层132-...为顺序而重复地层压在反射层120上。

[0169] 例如,辐射冷却层130可以是以氧化铝-氮化硅-二氧化硅的顺序单层重复层压在反射层120上的形状。

[0170] 作为另一例,辐射冷却层130可以具有以PDMS-氮化硅-二氧化硅的顺序单层重复地层压的形状。

[0171] 因为图1a的描述中已进行第一辐射层131和第二辐射层132的详细描述,所以将省

略重复的描述。

[0172] 根据本发明实施例的辐射冷却元件100包括:反射层120,其反射紫外线、可见光线和近红外线波段的太阳光;以及辐射冷却层130,其由放射中红外线的材料制成,从而随着中红外线的有效辐射,可以在不消耗能量的情况下对目标物体执行出色的冷却功能。

[0173] 在下文中,将描述根据本发明另一实施例的辐射冷却元件的结构和特性。

[0174] 图2a和图2b是显示根据本发明另一实施例的辐射冷却元件的具体状态的截面图。

[0175] 首先,参考图2a,在根据本发明另一实施例的辐射冷却元件200中,辐射冷却层230可以包括:中红外线吸收层231,其形成在反射层220上且吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射;涂层,其形成在中红外线吸收层231上以反射可见光线区域的太阳光。

[0176] 中红外线吸收层231形成在反射层220上,并且吸收中红外线并将其作为热量而放射,从而降低根据本发明的另一实施例的辐射冷却元件200的温度。

[0177] 中红外线吸收层231由能够有效地辐射中间红外线的材料制成,并且可以具有单层形状。

[0178] 形成中红外线吸收层231的材料对中红外线具有高放射率,同时,对具有在紫外线、可见光线和近红外线区域中的波长的太阳光可以是透明。

[0179] 根据实施例,中红外线吸收层231可以由高分子物质制成。

[0180] 例如,高分子物质可以是PDMS (polydimethylsiloxane) 或DPHA (dipentaerythritol penta/hexa acrylate)。

[0181] 根据实施例,中红外线吸收层231可以由氧化物、氮化物和高分子物质中的至少一种形成。

[0182] 所述氧化物可包括二氧化硅(SiO_2),氧化锆(ZrO_2),氧化铝(Al_2O_3)和二氧化钛(TiO_2),但不限于所述材料。

[0183] 所述氮化物可以是氮化硅(Si_3N_4),但是不限于所述材料。

[0184] 根据实施例,所述高分子物质可以是PDMS (polydimethylsiloxane) 或DPHA (dipentaerythritol penta/hexa acrylate)。

[0185] 例如,中红外线吸收层231可以具有通过沉积作为氧化物的二氧化硅而形成的层状,并且不限于所述示例。

[0186] 作为一例,中红外线吸收层231可以具有通过旋涂作为高分子物质的PDMS形成的层状,并且不限于所述示例。

[0187] 根据实施例,中红外线吸收层231可以由细颗粒和高分子物质的混合物形成。

[0188] 所述细颗粒可以由氧化物或氮化物制成,并且可以包括例如二氧化硅(SiO_2),氧化锆(ZrO_2),氧化铝(Al_2O_3),二氧化钛(TiO_2)和氮化硅(Si_3N_4)中的至少一种。

[0189] 根据本发明实施例的辐射冷却元件200随着包括在辐射冷却层230中的细颗粒的尺寸减小,对中红外线可以具有更高的放射率。

[0190] 根据实施例,所述细颗粒可具有10nm至20 μm 的直径。

[0191] 例如,中红外线吸收层231可以由PDMS或DPHA形成,并且可以是通过旋涂其混合物而形成的单层。

[0192] 另外,中红外线吸收层231可以是通过旋涂作为细颗粒的二氧化硅和作为高分子

物质的PDMS的混合物形成的单层。

[0193] 涂层反射可见光线区域的光,并且可以具有由对可见光线区域的光具有高折射率的材料制成的层状,以便有效地反射可见光线区域的光。

[0194] 此时,高折射率可以指对可见光线区域的光具有1.5以上的折射率。

[0195] 据此,涂层可以具有由对可见光线区域的光具有1.5以上的折射率的材料制成的层状。

[0196] 具体而言,涂层可以具有由对可见光线区域的光具有1.6至6的折射率的材料制成的层状。

[0197] 涂层可以由无缺陷的单晶陶瓷材料制成,并且可以由对可见光线和中红外光线透明的材料制成。

[0198] 例如,涂层可以由氧化钇(Y_2O_3),Alon和尖晶石结构的Mg, Si, Ge, ZnS, ZnSe, NaCl, CaF_2 , KBr, PE和PS中的至少一种制成,并且不限于所述材料。

[0199] 优选地,涂层可以由对可见光线区域的光具有高折射率的材料制成,并且由ZnS, Si和Ge中的至少一种制成。

[0200] 根据本发明实施例的涂层由折射率大于中红外线吸收层231的折射率的材料制成,并且有效地反射可见光线区域的光,从而根据本发明另一实施例的辐射冷却元件200通过降低吸热率可以提高冷却效率。

[0201] 根据实施例,涂层可以具有由对可见光线区域的光具有不同的折射率的材料制成的多层状。

[0202] 具体而言,涂层形成在中红外线吸收层231上,并且可以包括对可见光线区域的光具有不同的折射率的第一涂层232和第二涂层233。

[0203] 第一涂层232形成在中红外线吸收层231上,并且可以具有由对可见光区域的折射率大于第二涂层233的折射率的材料制成的层状。

[0204] 第二涂层233形成在第一涂层232上,并且可以具有由对可见光区域中的光的折射率小于第一涂层232的折射率的材料制成的层状。

[0205] 具体而言,第一涂层232和第二涂层233之间的折射率差可以为0.7至2。

[0206] 根据实施例,在根据本发明另一实施例的辐射冷却元件200第二涂层233形成在中红外线吸收层231上,并且第一涂层232形成在第二涂层233上。

[0207] 根据实施例,第一涂层232可以具有包括ZnS, Si, Ge和 ZrO_2 中的至少一种的层状,该ZnS, Si, Ge和 ZrO_2 是在可见光线区域的折射率大于第二涂层233的折射率的材料,但不限于上述材料。

[0208] 根据实施例,第二涂层233可以具有包括 CaF_2 和 SiO_2 中的至少一个的层状,该 CaF_2 和 SiO_2 是对可见光线区域的光具有小于第一涂层232的折射率的材料,但不限于所述材料。

[0209] 涂层中包括的第一涂层232和第二涂层233对可见光线区域的光可以具有相互不同的折射率,因此对可见光线可以具有高反射率。

[0210] 第一涂层232和第二涂层233因由对可见光线区域的光具有高或低折射率的材料构成而可以使可见光线的反射最大化,并且可以使到达反射层220的可见光线区域的光最小化。据此,可以提高根据本发明的另一实施例的辐射冷却元件200的冷却效率。

[0211] 参照图2b,根据本发明另一实施例的辐射冷却元件可以包括重复形成第一涂层和

第二涂层的涂层。

[0212] 具体而言,涂层可以通过依次将第一涂层-第二涂层-第一涂层-第二涂层-第一涂层-第二涂层-...层压在中红外线吸收层上而形成。

[0213] 根据实施例,重复层压的第一涂层和第二涂层可以由相互不同的材料形成。

[0214] 由于在图2a的描述中已经详细描述第一涂层和第二涂层,因此将省略重复的描述。

[0215] 由于涂层包括重复形成的第一涂层和第二涂层,因此通过对可见光线区域的光具有高或低折射率的第一涂层和第二涂层可以使可见光线的反射最大化。据此,可以提高根据本发明的另一实施例的辐射冷却元件的冷却效率。

[0216] 根据本发明实施例的辐射冷却元件可以反射95%以上的太阳光,并且可以放射90%以上的中红外线,从而可以在不消耗能量的情况下冷却目标物体。

[0217] 在下文中,将描述根据本发明实施例的辐射冷却元件的制造方法。

[0218] 由于根据本发明实施例的辐射冷却元件的制造方法包括上述的辐射冷却元件的所有构成要素,因此在以下描述中将省略对辐射冷却元件的重复描述。

[0219] 图3是显示根据本发明实施例的辐射冷却元件的制造方法的流程图。

[0220] 参照图3,根据本发明的辐射冷却元件的制造方法,其包括:在基板上形成能够反射具有紫外线、可见光线和近红外线区域的波长的太阳光的反射层的步骤(S110);以及能够吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射的步骤辐射冷却层形成在反射层上的步骤(S120)。

[0221] 所述基板可以由柔性高分子膜、玻璃、石英、硅晶片和金属中的任何一种制成,但是不限于所述材料。

[0222] 在步骤S110中,可以通过在基板上沉积银(Ag),铝(Al)和铂(Pt)等金属材料来形成反射层。

[0223] 由于在图1a的描述中已经详细描述所述基板,因此将省略重复的描述。

[0224] 在步骤S110中,可以通过在基板上沉积银(Ag),铝(Al)和铂(Pt)等金属材料来形成反射层。

[0225] 所述反射层沉积方法在减压、常压或加压条件下,具有溅射(sputtering)、原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)、热蒸发(thermal evaporation)、共蒸发(co-evaporation)、等离子增强化学气相沉积(PECVD)、电子束蒸发(e-beam evaporation)、射频溅射(Radio Frequency sputtering)、磁控溅射(magnetron sputtering)、真空沉积(vacuum deposition)或化学气相沉积(chemical vapor deposition)等方式,并且不限于所述沉积方法。

[0226] 在步骤S120中,可以通过在所述反射层上涂覆放射中红外线的材料来形成辐射冷却层。

[0227] 根据一个实施例,步骤S120可以使用放射中红外线的相互不同材料在所述反射层上形成包括第一辐射层和第二辐射层的多层形状的辐射冷却层。

[0228] 即,在步骤S120中,可以通过使用氧化物、氮化物或高分子物质中的至少一种在所述反射层上形成层状的第一辐射层和第二辐射层。

[0229] 当所述第一辐射层和第二辐射层包括氧化物或氮化物时,可以使用沉积方法形成

第一辐射层或第二辐射层。

[0230] 例如,可以所述第一辐射层通过沉积作为氧化物的二氧化硅来形成的层状,并且第二辐射层可以通过沉积氧化铝来形成。

[0231] 所述沉积方法在减压、常压或加压条件下,具有溅射(sputtering)、原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)、热蒸发(thermal evaporation)、共蒸发(co-evaporation)、等离子增强化学气相沉积(PECVD)、电子束蒸发(e-beam evaporation)、射频溅射(Radio Frequency sputtering)、磁控溅射(magnetron sputtering)、真空沉积(vacuum deposition)或化学气相沉积(chemical vapor deposition)等方式,并且不限于所述沉积方法。

[0232] 当所述第一辐射层和第二辐射层包含高分子物质时,可以使用涂覆方式形成第一辐射层和第二辐射层。

[0233] 例如,可以通过旋涂PDMS来形成第一辐射层,并且可以通过沉积作为氮化物的氮化硅来形成第二辐射层。

[0234] 所述涂覆方式可以是旋涂(spin coating)、喷涂(spray coating)、超喷涂(ultra-spray coating)、静电纺丝、缝模涂布(slot die coating)、凹版印刷(gravure coating)、棒涂(bar coating)、辊涂(roll coating)、浸涂(dip coating)、剪切涂布(shear coating)、丝网印刷(screen printing)、喷墨印刷(inkjet printing)或喷嘴印刷(nozzle printing)中的任何一种,但不限于该方法。

[0235] 根据一实施例,所述第一辐射层和所述第二辐射层可以包括细颗粒和高分子物质中的至少一个。

[0236] 例如,第一辐射层可以由所述细颗粒和高分子物质的混合物制成,而第二辐射层可以仅由高分子物质制成。

[0237] 当所述第一辐射层和第二辐射层包括所述细颗粒和高分子物质的混合物时,可以使用涂覆方法形成所述第一辐射层和第二辐射层。

[0238] 所述涂覆方式可以是旋涂(spin coating)、喷涂(spray coating)、超喷涂(ultra-spray coating)、静电纺丝、缝模涂布(slot die coating)、凹版印刷(gravure coating)、棒涂(bar coating)、辊涂(roll coating)、浸涂(dip coating)、剪切涂布(shear coating)、丝网印刷(screen printing)、喷墨印刷(inkjet printing)或喷嘴印刷(nozzle printing)中的任何一种,但不限于该方法。

[0239] 根据实施例,所述第一辐射层可以包括凹凸图案而具有宽大的面积,从而提高中红外线放射率。

[0240] 具体而言,步骤S120可以包括:在所述反射层上形成包括凹凸图案的第一辐射层(S121)的步骤;以及在所述第一辐射层上形成具有与所述第一辐射层的折射率相互不同的折射率的第二辐射层(S121)的步骤(S122)。

[0241] 在步骤S121中,可以通过使用氧化物、氮化物或高分子物质中的至少一种及由它们中的任何一种制成的细颗粒而在所述反射层上形成包括凹凸图案的第一辐射层。

[0242] 在步骤S121中,可以使用具有与所述凹凸图案相对应的图案的压模并通过基于光学的光刻(lithography)工艺或基于非光学的光刻工艺而在反射层上形成包括凹凸图案的第一辐射层。

[0243] 所述基于光学的光刻工艺可以是光蚀刻 (Photolithography)、激光干涉光刻 (Laser interference lithography) 和电子束光刻 (e-beam lithography) 中的任何一种,并且不限于所述工艺。

[0244] 所述基于非光学的光刻工艺可以是纳米压印光刻 (Nanoimprint lithography)、纳米转移印刷 (Nanotransfer printing) 和辊式压印光刻 (Roll imprint lithography) 中的任何一种,但是不限于所述工艺。

[0245] 根据实施例,在步骤S121中,涂覆氧化物、氮化物或其中任一个构成的细颗粒和高分子物质中的至少一个之后,可以以自上而下的方法切掉,从而形成凹凸图案。

[0246] 所述凹凸图案可以是多个圆柱体、棱柱和线 (line) 形的,并且形状不限于此。

[0247] 在步骤S122中,可以使用具有不同于所述所述第一辐射层的折射率的材料在具有凹凸图案的所述第一辐射层上形成第二辐射层。

[0248] 具体而言,在步骤S122中,可以通过在第一辐射层上旋涂具有与所述第一辐射层的折射率相互不同的折射率的材料来形成第二辐射层。

[0249] 在步骤S122中,可以根据所述旋涂时间来调节第二辐射层的厚度。

[0250] 根据实施例,所述旋涂可以进行30秒至40秒。

[0251] 此时,即使旋涂进行40秒或更长时间,所述第二辐射层的厚度也不再增加。

[0252] 根据实施例,根据本发明实施例的辐射冷却元件的制造方法,可以重复执行步骤S121和S122以形成所述第一辐射层和第二辐射层重复形成的辐射冷却层。

[0253] 具体而言,在所述反射层上形成层状或具有凹凸图案的所述第一辐射层,并且在所述第一辐射层上形成层状所述第二辐射层之后,在所述第一辐射层以层状形成在所述第二辐射层上或具有凹凸图案之后,可以重复地形成第二辐射层。

[0254] 根据本发明的实施例的辐射冷却元件的制造方法可以通过简单的工艺来制造具有简单结构且层数少的辐射线冷却元件。

[0255] 通过根据本发明一实施例的辐射冷却元件的制造方法而制成的辐射冷却元件,其通过辐射冷却层中包括的凹凸图案来扩大表面积,从而可以提高冷却效率,由此提高中红外线放射效率。

[0256] 在下文中,将描述根据本发明另一实施例的辐射冷却元件的制造方法。

[0257] 根据本发明另一实施例的辐射冷却元件的制造方法包括所述图2a和图2b中描述的辐射冷却元件的构成要素,因此将省略重复的描述。

[0258] 图4是显示根据本发明的另一实施例的辐射冷却元件的制造方法的流程图。

[0259] 参考图4,根据本发明实施例的辐射冷却元件的制造方法包括:在基板上形成能够反射具有紫外线、可见光线和近红外线区域的波长的太阳光的反射层的步骤 (S210);能够吸收具有中红外线区域的波长的太阳光并将其作为热量而放射的中红外线吸收层形成在所述反射层上的步骤 (S220);以及在所述中红外线吸收层上形成反射具有可见光线区域波长的太阳光的涂层 (S230) 步骤。

[0260] 由于步骤S210包括与图3中描述的步骤S110相同的构成要素,因此将省略重复描述。

[0261] 步骤S220和S230中,通过可以在层状红外线吸收层上形成涂层而形成包括中红外线吸收层和涂层的辐射冷却层。

[0262] 首先,在步骤S220中,可以在反射层上使用能够放射中红外线的材料来形成中红外线吸收层。

[0263] 所述中红外线吸收层可以具有包括氧化物、氮化物或高分子物质中的至少一种的单层形状。

[0264] 当所述中红外线吸收层包括氧化物或氮化物时,可以使用气相沉积法形成所述中红外线吸收层。

[0265] 所述沉积方法在减压、常压或加压条件下,具有溅射(sputtering)、原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)、热蒸发(thermal evaporation)、共蒸发(co-evaporation)、等离子增强化学气相沉积(PECVD)、电子束蒸发(e-beam evaporation)、射频溅射(Radio Frequency sputtering)、磁控溅射(magnetron sputtering)、真空沉积(vacuum deposition)或化学气相沉积(chemical vapor deposition)等方式,并且不限于所述沉积方法。

[0266] 当所述中红外线吸收层包括高分子物质时,可以使用涂覆方式形成所述中红外线吸收层。

[0267] 所述涂覆方式可以是旋涂(spin coating)、喷涂(spray coating)、超喷涂(ultra-spray coating)、静电纺丝、缝模涂布(slot die coating)、凹版印刷(gravure coating)、棒涂(bar coating)、辊涂(roll coating)、浸涂(dip coating)、剪切涂布(shear coating)、丝网印刷(screen printing)、喷墨印刷(inkjet printing)或喷嘴印刷(nozzle printing)中的任何一种,但不限于所述涂覆方式。

[0268] 在步骤S230中,为了反射可见光线区域的光的同时,有效地反射可见光线区域的光而可以形成由对于可见光线区域的光具有高折射率的材料制成的层状涂层。

[0269] 具体而言,在步骤S230中,可以通过在所述中红外线吸收层上沉积或涂覆对可见光线区域的光具有高折射率的材料来形成涂层,以便有效地将可见光线区域的光反射在红外线吸收层上。

[0270] 所述沉积方法在减压、常压或加压条件下,具有溅射(sputtering)、原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)、热蒸发(thermal evaporation)、共蒸发(co-evaporation)、等离子增强化学气相沉积(PECVD)、电子束蒸发(e-beam evaporation)、射频溅射(Radio Frequency sputtering)、磁控溅射(magnetron sputtering)、真空沉积(vacuum deposition)或化学气相沉积(chemical vapor deposition)等方式,并且不限于所述沉积方法。

[0271] 所述涂覆方式有旋涂(spin coating)、喷涂(spray coating)、超喷涂(ultra-spray coating)、静电纺丝、缝模涂布(slot die coating)、凹版印刷(gravure coating)、棒涂(bar coating)、辊涂(roll coating)、浸涂(dip coating)、剪切涂布(shear coating)、丝网印刷(screen printing)、喷墨印刷(inkjet printing)或喷嘴印刷(nozzle printing)等,但不限于所述涂覆方式。

[0272] 根据实施例,涂层可以具有由对于可见光线区域的光具有相互不同的折射率的材料制成的多层形状。

[0273] 具体而言,在步骤S230中,可以在所述中红外线吸收层上形成对可见光线区域的光具有不同折射率的第一涂层和第二涂层。

[0274] 具体而言,所述第一涂层形成在所述中红外线吸收层上,并且可以涂覆对可见光线区域的光比所述第二涂层具有更大的折射率的物质形成。

[0275] 所述第二涂层形成在所述第一涂层上,并且可以涂覆对可见光线区域的光比所述第一涂层具有更小的折射率物质的形成。

[0276] 可以使用沉积工艺或涂覆工艺来形成所述第一涂层和第二涂层。

[0277] 由于上面已经描述所述沉积方法和涂覆方式的示例,因此将省略重复的描述。

[0278] 根据实施例,根据本发明另一实施例的辐射冷却元件的制造方法可以重复形成所述第一涂层和第二涂层。

[0279] 根据本发明另一实施例的辐射冷却元件的制造方法可以通过简单的工艺容易地制造具有优异的冷却效率的辐射冷却元件。

[0280] 通过根据本发明另一实施例的辐射冷却元件的制造方法所制造的辐射冷却元件可以具有比现有辐射冷却元件层数更少的简单结构,并且因有高中红外线放射率而可以具有优异的冷却效率。

[0281] 根据该实施例制造根据本发明的两个实施例的辐射冷却元件,并且通过特性评价而证明对本发明的辐射冷却元件的特性和效果。

[0282] 实施例和对比例

[0283] [实施例1-1]

[0284] 使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银(Ag)制成的反射层。

[0285] 在将二氧化硅旋涂在反射层上之后,使用纳米压印工艺形成具有凹凸图案的第一辐射层,

[0286] 然后通过将氧化铝旋涂在第一辐射层上并形成层状的第二辐射层来制造辐射冷却元件。

[0287] [实施例1-2]

[0288] 在将二氧化硅旋涂在第二辐射层上之后,使用纳米压印工艺形成具有凹凸图案的第一辐射层,然后除了将氧化铝旋涂在第一辐射层上来再次形成层状的第二辐射层的以外,以与所述[实施例1-1]相同的方式制造辐射冷却元件。

[0289] [实施例2]

[0290] 使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银(Ag)制成的反射层。

[0291] 将氧化铝沉积在反射层上以形成第一辐射层,将氮化硅(Si_3N_4)沉积在第一辐射层上以形成第二辐射层,然后将二氧化硅沉积在第二辐射层上以形成第三辐射层,从而制造辐射冷却元件。

[0292] [实施例3-1]

[0293] 使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银(Ag)制成的反射层。

[0294] 将PDMS旋涂在反射层上以形成第一辐射层,将二氧化硅沉积在第一辐射层上以形成第二辐射层,并将氮化硅沉积在第二辐射层上以形成第三辐射层,从而形成以制造辐射冷却元件。

[0295] [实施例3-2]

[0296] 使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银(Ag)制成的反射层。

[0297] 在将PDMS旋涂在反射层上以形成第一辐射层之后,将二氧化硅沉积在第一辐射层

上以形成第二辐射层,从而制造辐射冷却元件。

[0298] [实施例4]

[0299] 使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银 (Ag) 制成的反射层。

[0300] 通过将10重量%的直径为10 μ m的二氧化硅细颗粒添加到PDMS中来制造混合物。

[0301] 通过将混合物旋涂在反射层上以形成单层辐射冷却层来制造辐射冷却元件。

[0302] [实施例4-1]

[0303] 使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银 (Ag) 制成的反射层。

[0304] 通过将PDMS旋涂在反射层上以形成单层辐射冷却层来制造辐射冷却元件。

[0305] [实施例5]

[0306] 使用电子束蒸发器在三个玻璃基板上形成由银 (Ag) 制成的每个反射层。

[0307] 通过在三个反射层上旋涂分别包含60重量%, 80重量%和90重量%的DPHA的三种溶液以形成单层辐射冷却层,从而制造三个辐射冷却元件。

[0308] [实施例6-1]

[0309] 使用电子束蒸发器在三个玻璃基板上形成由银 (Ag) 制成的每个反射层。

[0310] 通过向DPHA分别添加1.9重量%, 3.8重量%和7.7重量%的直径为20nm的氧化铝细颗粒来制备三种混合物。

[0311] 通过将三种混合物中的每一种旋涂在三个反射层上以形成辐射冷却层的单层,从而制造三个辐射冷却元件。

[0312] [实施例6-2]

[0313] 使用电子束蒸发器在三个玻璃基板上形成由银 (Ag) 制成的每个反射层。

[0314] 通过分别向DPHA中添加直径为20nm, 1 μ m和3 μ m的氧化铝细粉来制备三种混合物。

[0315] 通过将三种混合物中的每一种旋涂在三个反射层上以形成辐射冷却层的单层,从而制造三个辐射冷却元件。

[0316] [实施例7]

[0317] 使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银 (Ag) 制成的100nm的反射层。

[0318] 通过将二氧化硅细颗粒旋涂在反射层上来形成130nm的第二辐射层。

[0319] 在由氧化锆制成的细颗粒涂覆在第二辐射层上之后,通过纳米压印工艺形成其上形成有凹凸图案的第一辐射层。

[0320] 此时,第一辐射层的凹凸图案的宽度为24 μ m,高度为10.2 μ m。

[0321] [实施例8]

[0322] 使用电子束蒸发器在硅基板上形成由银 (Ag) 制成的每个反射层。

[0323] 通过在反射层上沉积ZrO₂以形成第一涂层,在第一涂层上沉积SiO₂以形成第二涂层,从而制造辐射冷却元件。

[0324] [实施例1-1]

[0325] 使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银 (Ag) 制成的反射层。

[0326] 在反射层上沉积二氧化硅 (SiO₂) 以形成层状的第一辐射层,然后在第一辐射层上沉积氧化铝 (Al₂O₃) 以形成层状的第二辐射层,从而制造辐射冷却元件。

[0327] [实施例1-2]

[0328] 除了二氧化硅沉积在第二辐射层上以形成层状的第一辐射层,而氧化铝沉积以进

一步形成层状的第二辐射层的以外,以与[对比例1-1]相同的方式制造辐射冷却元件。

[0329] [对比例2]

[0330] 通过使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银 (Ag) 制成的反射层来制造冷却元件。

[0331] [实施例3]

[0332] 玻璃基板。

[0333] [实施例4]

[0334] 除了将氧化锆以 $7.33\mu\text{m}$ 的厚度涂覆到第二辐射层上以形成第一辐射层之外,以与实施例7相同的方式制造辐射冷却元件。

[0335] [实施例5-1]

[0336] 通过使用电子束蒸发器在硅基板上形成由银 (Ag) 制成的反射层来制造冷却元件。

[0337] [实施例5-2]

[0338] 硅基板

[0339] 评估特性

[0340] 1.取决于是否存在凹凸图案的辐射冷却元件的放射率。

[0341] 图5是显示根据本发明的实施例和对比例的取决于第一和第二辐射层的是否重复层压的吸收率的图表。

[0342] 参照图5,对具有中红线外区域(图5中的黄色区域)的波长的光所述实施例1-1 (1对 Al_2O_3 /PSS层)的吸收率高于所述对比例1-1 (1对 Al_2O_3 / SiO_2 层)的吸收率。

[0343] 因此,可以确认,具有凹凸图案的所述实施例1-1比没有凹凸图案的所述比较例1-1放射出更多的中红外线。

[0344] 另外,可以确认,所述实施例1-2 (周期性的 Al_2O_3 /PSS层)在中红外区域的吸收率高于所述对比实施例1-2 (周期性的 Al_2O_3 / SiO_2 层)。

[0345] 因此,可以确认,具有凹凸图案的所述实施例1-2比没有凹凸图案的所述比较例1-2放射出更多的中红外线。

[0346] 总之,根据本发明实施例的辐射冷却元件可以通过包括凹凸图案来提高中红外线效放射率。

[0347] 2.根据材料类型评估辐射冷却元件的冷却效率

[0348] 将所述对实例2对辐射冷却元件的冷却效率与通过仿真的冷却效率进行比较之后,得出如下结果。

[0349] 图6是显示根据本发明第二实施例的辐射冷却元件的吸收率和放射率的图表。

[0350] 此时,图6的黄色区域表示射入的太阳光。

[0351] 参照图6,仿真结果表明,温度变化为 -8.18°C ,冷却效率为 $81.8\text{W}/\text{m}^2$ 。

[0352] 此时,温度变化量是指从辐射冷却元件的初始温度冷却后的温度变化量,温度变化量为 -8.18°C 是指辐射冷却元件的温度比初始温度低于 8.18°C 。

[0353] 另外,可以确认,平均太阳吸收率和中红外线区域(图6的蓝色区域)在仿真(Simulation)和第二实施例(Fabrication)的放射率上没有显著差异。

[0354] 即,可以确认,第二实施例制造得很符合仿真结果。

[0355] 图7是显示根据本发明的实施例2的日照量的日间每时间段的辐射冷却元件的温

度的图表。

[0356] 参照图7,对于实施例2,测量了从2019年5月9日午夜到2019年5月11日午夜的3天的辐射冷却元件的温度。

[0357] 其结果,在所述实施例2中,尽管温度根据太阳光的强度而升高或降低,但是可以确认,在白天-8℃为最大温度变化量,而夜间的温度变化量为-2℃。

[0358] 图8是显示根据本发明的实施例3-1的辐射冷却元件的吸收率和放射率的图表。

[0359] 参考图8,作为仿真结果,预测实施例3-1的辐射冷却元件具有-9.132℃的温度变化量和80.44W/m²的冷却效率。

[0360] 通过实施例3-1的实际吸收率的测量结果而可以确认,在太阳能区域具有最小的放射率而具有最大的反射率,并且在中红外线区域(图8中的蓝色区域)具有最大的放射率。

[0361] 图9是显示本发明的实施例3-1和比较例2的根据日照量的辐射冷却元件白天每时间段的外部温度的图表。

[0362] 参照图9,通过在2019年4月13日的白天(上午10点至下午4点)观察所述实施例3-1和对比例2的温度,可以确认,所述对比例2与环境温度(Ambient T)相比的温度变化量为-3℃,所述实施例3-1的3℃和温度变化量为-5.95℃。

[0363] 此时,由于通过空气的热损失,外部温度(Outside T)的温度低于实施例3-1和对比例2的温度。

[0364] 因此,本发明的辐射冷却元件通过由能够放射出中红外线的材料构成的辐射冷却层而可以具有优异的冷却效率。

[0365] 图10是显示本发明的实施例3-1、实施例3-2和比较例2的夜间每时间段的辐射冷却元件的温度的图表。

[0366] 参照图10,从在2019年4月13日夜间(10pm至4am)观察实施例3-1、实施例3-2和对比例2的温度后的结果,可以确认,将所述对比例2温度与环境温度(Ambient T)比较的温度变化量为-0.5℃,所述实施例3-1和实施例3-2的温度变化量为-2.5℃。

[0367] 图11是显示本发明的实施例4-1、4-2和对比例3的辐射冷却元件的吸光度的图表。

[0368] 参考图11,可以确认,与所述比较例3相比,所述实施例4-1和实施例4-2在中红外区域表现出更高的放射率。

[0369] 尤其,所述实施例4-1几乎不吸收可见光线区域的光,在长波长区域显示高吸收率。

[0370] 因此,实施例4-1中的温度变化量为-9.5℃,冷却效率为99.16W/m²。

[0371] 图12是显示根据本发明的实施例4-1和实施例4-2的日间每个时段的辐射冷却元件的温度和外部温度的图表。

[0372] 参考图12,从在2019年4月25日上午10:39至下午3:39连续5小时测定实施例4-1和实施例4-2的温度的结果,可以确认,具有比较于环境温度(Ambient)低的温度。

[0373] 尤其,可以确认实施例4-1的最大温度变化为-8℃。

[0374] 图13是显示根据本发明的实施例4-1和实施例4-2的夜间每时段的辐射冷却元件的温度和外部温度的图。

[0375] 参照图13,利用2019年4月25日夜间10:49至凌晨3:49的5个小时进行实施例4-1和实施例4-2的温度测量的结果,可以确认,比较于环境温度(Ambient)辐射冷却元件的温度

低。

[0376] 尤其,可以确认实施例4-1的温度变化量至多为-3℃。

[0377] 因此,本发明的辐射冷却元件通过包括由能够放射中红外射线的细颗粒或聚合物材料形成的辐射冷却层,甚至在白天和黑夜也可以具有优异的冷却效率。

[0378] 尤其,可以确认实施例4-1的温度变化量至多为-3℃。

[0379] 因此,本发明的辐射冷却元件通过包括由能够放射中红外线的细颗粒或高分子物质形成的辐射冷却层而日间和夜间都可以具有优异的冷却效率。

[0380] 图14a至图14c是显示根据本发明的实施例5的辐射冷却元件的截面的SEM(scanning electron spectroscopy)图像。

[0381] 参照图14a至图14c,可以确认,在实施例5的辐射冷却层中包含的DPHA的含量分别为60重量%,80重量%和90重量%的情况下,辐射冷却层的厚度分别为10.5μm,16.5μm,25.7μm,并且随着DPHA的含量增加而辐射冷却层的厚度也增加。

[0382] 这是因为反射层上旋涂的DPHA的含量越高,粘度就越高,即使有相同的旋涂条件,辐射冷却层的厚度也会变厚。

[0383] 图15是显示根据本发明的实施例5的辐射冷却元件的根据DPHA含量的吸收率的图表。

[0384] 参考图15,可以确认,随着实施例5的辐射冷却层中所含DPHA的含量增加而对10μm至12μm区域的波长具有高放射率。

[0385] 因此,辐射冷却层中的DPHA含量越高,则在中红外线区域的中红外线放射率越高,从而可以提高辐射冷却元件的冷却效率。

[0386] 图16是显示本发明的实施例5的根据日照量的各观察期间的辐射冷却元件的温度的图表。

[0387] 参考图16,由从2019年4月28日至2019年4月30日的3天的所述实施例5的温度测量的结果可以确认,所述实施例5的DPHA含量越高,中红外放射率和温度野越高,由此变化量会很大。

[0388] 尤其,可以确认,在所述实施例5中,当DPHA含量为90重量%时,温度变化量为-10.1℃。

[0389] 因此,本发明的放射线冷却元件包括由因分子化学键合而具有共振效应的高分子物质制成的辐射冷却层,因此通过高的中红外线放射率而具有优异的辐射冷却效率。

[0390] 图17是显示根据本发明的实施例6-1的辐射冷却元件的根据细颗粒含量的吸收率的图表。

[0391] 参考图17,可以确认,随着所述实施例6-1的氧化铝细颗粒的含量增加,在中红外线区域的放射率会增加。

[0392] 图18是显示根据本发明的实施例6-2的辐射冷却元件的根据细颗粒直径的吸收率的图表。

[0393] 参考图18,可以确认,随着所述实施例6-2的氧化铝细颗粒的直径增加,在中红外线区域的放射率降低。

[0394] 据此而可以确认,根据本发明的实施例的辐射冷却元件为了具有优异的冷却效率而优选地以高含量含有纳米级细颗粒。

[0395] 图19是显示根据本发明的实施例5的日射量的根据辐射冷却元件细颗粒含量的温度的图表。

[0396] 参照图9,通过测量2019年5月28日至2019年5月30日的实施例6-1的温度,可以确认,随着氧化铝细颗粒含量的增加,中红外线放射率增加,从而提高冷却效率。

[0397] 尤其,当氧化铝细颗粒的含量为7.7重量%时,可以确认,实施例6-1的温度变化量至多为-11.9℃。

[0398] 因此,根据本发明的实施例的辐射冷却元件包括能够放射中红外线的细颗粒,因此,随着中红外线的放射率的增加而具有辐射冷却效率优异。

[0399] 3.取决于凹凸图案是否存在的吸收率

[0400] 图20是显示根据本发明的实施例7和对比例4的取决于凹凸图案是否存在的吸收率的图。

[0401] 此时,所述实施例7和对比例4的第一辐射层由相同体积的氧化物半导体制成。

[0402] 参照图20,可以确认,实施例7(Pattern)在作为中红外线区域的红色区域的吸收率大体上高于比较例4(Thin film)的吸收率。

[0403] 即,由于第7实施例的第一辐射层包括凹凸图案,因此可以确认,通过在特定波长的电场(Electric field)和磁场(Magnetic field)的共振而中红外线的吸收增加。

[0404] 据此,在根据本发明实施例的辐射冷却元件以微米尺寸形成凹凸图案的情况下,可以在中红外线区域的波长选择性地增加中红外线吸收率,据此,对中红外线具有很好的辐射,从而可以具有出色的冷却效果。

[0405] 4.根据是否存在具有不同折射率的涂层评估辐射冷却元件的效率

[0406] 图21是显示本发明的实施例8、对比例5-1和对比例5-2的辐射冷却元件的中红外线放射率的图表。

[0407] 参考图21,与所述比较例5-1(Ag/Si)和所述比较例5-2(Si)相比,可以确认,所述实施例8(R.C(Radiative cooling)/Ag/Si)在红外线区域的8至13μm波段会提高放射率。

[0408] 图22a至图22c是显示本发明的实施例8、比较例5-1和比较例5-2的辐射冷却元件的根据时间的温度和温度变化的图表。

[0409] 图22a是观察一天所述实施例8、所述对比例5-1和所述对比例5-2的辐射冷却元件的的温度和温度变化量的结果,图22b是在白天(10:00~18:00)观察所述实施例8、对比例5-1和对比例5-2的辐射冷却元件的的温度和温度变化量的结果,

[0410] 图22c是在夜间(22:00至06:00)观察实施例8、对比例5-1和对比例5-2的散热冷却元件的的温度和温度变化量的结果。

[0411] 首先,参照图22a,可以确认,所述实施例8(R.C/Ag/Si)的温度低于所述对比例5-1(Ag/Si)和所述对比例5-2(Si)的温度,并且由于温度低于环境温度(Ambient),因此可以确认具有出色的冷却效率。

[0412] 参照图22b和图22c,将实施例8(RC/Ag/Si)与比较例5-1(Ag/Si)和比较例5-2(Si)进行了比较,可以确认,在白天和晚上都温度很低。

[0413] 尤其,所述实施例8的温度变化量(R.C/Ag/Si)高于所述比较例5-1(Ag/Si)和所述比较例5-2(Si)的温度变化量,因此可以确认具有优异的冷却效率。

[0414] 因此,可以确认,根据本发明另一实施例的辐射冷却元件包括包含具有相互不同

折射率的材料涂层,从而具有优异的冷却效果。

[0415] 根据本发明的实施例的白色辐射冷却元件吸收中红外线并将其以热量而放射,同时反射或散射可见光线,并且形成在目标物体的表面上,使得存在于根据本发明实施例的白色辐射冷却元件下方的目标物体的温度低于外部温度。

[0416] 例如,根据本发明实施例的白色辐射冷却元件被设置在汽车的表面上而放射中红外线,并且反射或散射可见光线,从而降低白色辐射冷却元件的温度的同时,降低车架的温度,使其比外部温度低,或者可以使车内温度低于室外温度。

[0417] 此时,目标物体是配置有白色辐射冷却元件的目标、汽车或公寓、购物中心或办公大楼的建筑物等可以是目标物体,并且如果是可以配置根据本发明实施例的白色辐射冷却元件的物体,则不限于所述实施例。

[0418] 此时,外部温度是指环境温度,并且可以是相当于根据本发明的实施例的白色辐射冷却元件的外部的温度。

[0419] 根据本发明实施例的白色辐射冷却元件包括具有相互不同折射率的细颗粒或高分子物质,从而通过反射和散射具有可见光线区域的波长的太阳光而呈现为白色。

[0420] 在下文中,将参考附图描述根据本发明实施例的白色辐射冷却元件的构成。

[0421] 图23a至图23c是显示根据本发明实施例的白色辐射冷却元件的具体状态的截面图。

[0422] 首先,参考图23a,根据本发明第一实施例的白色辐射冷却元件,其包括:基板110;以及白色辐射冷却层120,其在基板110上形成,并且将包含反射并散射具有可见光线区域的波长的太阳光的金属氧化物颗粒和辐射荧光的荧光颗粒混合在吸收具有中红外线区域的波长的太阳光且将其作为热量而放射的高分子基质内。

[0423] 基板110可以由高分子膜、玻璃、石英、硅晶片和金属中的任何一种形成,并且不限于所述材料。

[0424] 例如,基板110可以由如聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)之类的聚酯树脂、醋酸盐基树脂、聚醚砜树脂、聚碳酸酯树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺树脂、聚烯烃树脂、(甲基)丙烯酸树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚苯乙烯树脂、聚乙烯醇树脂、聚丙烯酸酯树脂、聚苯硫醚树脂、聚苯硫醚基树脂中的任何一种制成的高分子膜,但不限于所述材料。

[0425] 白色辐射冷却层120形成在基板110上以吸收中红外线或长波长红外线,并且将包含反射和散射可见光线的细颗粒122混合在作为热量放射的高分子基质121中且通过根据本发明的第一实施例的白色辐射冷却元件100而目标物体的温度可以低于外部温度。

[0426] 通常,由于地球上的物体表面温度达到几十摄氏度,因此会放射出波长范围为 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 的中红外线。

[0427] 这种中红外线放射可以降低物体的温度,并且白辐射冷却层120包括由可以良好地放射 $8\mu\text{m}$ 至 $13\mu\text{m}$ 波段的已知大气透明区间(atmospheric window transmittance或sky window)的中红外线的材料而制成的聚合物基质,从而随着根据本发明的第一实施例的白色辐射冷却元件100的温度降低,目标物体的温度可以维持为低于外部温度。

[0428] 高分子基质121可以吸收具有中红外区域的波长的太阳光,并且将其作为热量而放射。

[0429] 根据实施例,高分子基质121可以包括丙烯酸类高分子。

[0430] 所述丙烯酸类高分子因具有C-O拉伸振动(stretching vibration)而在中红外线区域的波长具有高放射率。

[0431] 例如,高分子基质121可以包括PDMS (polydimethylsiloxane), PMMA (polymethyl methacrylate) 及DPHA (dipentaerythritol penta/hexa acrylate) 中的至少一种,但是不限于所述材料。

[0432] 尤其,所述DPHA由于C-O拉伸振动(stretching vibration)和C=C=弯曲振动(bending vibration)而在中红外线区域的波长具有高放射率。

[0433] 根据实施例,高分子基质121可以由PVDF (polyvinylidene fluoride) 或PUA (polyurethane acrylate) 制成。

[0434] 白色辐射冷却层120可以具有将包括金属氧化物或高分子物质的细颗粒122混合在高分子基质121中的形态。

[0435] 包含所述金属氧化物的细颗粒122可以反射和散射具有可见光区域的波长的太阳光,并且根据本发明的第一实施例的白色辐射冷却元件100可以因通过细颗粒122的可见光线的反射和散射而呈现白色。

[0436] 具体而言,根据本发明的第一实施例的白色辐射冷却元件100通过包含不吸收可见光线的金属氧化物的细颗粒122在各个方向上反射可见光线,而使得其不具有像现有辐射冷却元件一样的镜面外观,并且可以呈现白色。

[0437] 另外,根据本发明的第一实施例的白色辐射冷却元件100,当细颗粒122包括高分子物质时,高分子基质121和包括高分子物质的细颗粒122可以具有相互不同的折射率,并且可以通过相互不同的折射率来增强可见光线的散射或反射。

[0438] 根据实施例,高分子基质121和细颗粒122可以由折射率为1.4至1.7的材料制成,并且随着折射率之差的增加,可见光线的散射或反射可以进一步增强。

[0439] 根据实施例,所述高分子物质可以是PVDF (polyvinylidene fluoride) 和PUA (polyurethane acrylate) 中的至少一种。

[0440] 例如,白色辐射冷却层120可以具有将包括PUA (约1.55的折射率) 的细颗粒122混合在由PVDF制成的高分子基质121 (约1.426的折射率) 内的形状。

[0441] 作为另一例,白色辐射冷却层120可以具有将包括PVDF的细颗粒122混合在由PUA制成的高分子基质121内的形状。

[0442] 如果高分子基质121和包括高分子物质的细颗粒122具有相互不同的折射率,则当可见光线射入在细颗粒122和高分子基质121之间的界面上时,可见光线可以被散射和反射,从而可以具有出色的冷却性能而不消耗能量。

[0443] 根据一个实施例,细颗粒122可以以基于高分子基质121的总重量的1重量%至50重量%的量混合在高分子基质121中。

[0444] 根据实施例,金属氧化物可以是二氧化钛(TiO_2), 氧化锆(ZrO_2), 氧化铝(Al_2O_3), 氧化锌(ZnO), 氧化硅(SiO_2) 和氮化硅(Si_3N_4) 中的至少一种,不限于所述材料

[0445] 细颗粒122的直径越小,则其对可见光线可以具有高反射率和高散射率。

[0446] 据实施例,细颗粒122的直径可以是10nm至20 μm 。

[0447] 当细颗粒122的直径小为纳米单位时,所有太阳光都可以被反射或散射。

[0448] 当细颗粒122的直径为3 μm 以上时,则长波长区域的吸收量增加,从而可以改善热

量放射。

[0449] 优选地,具有纳米单位尺寸的细颗粒122相比于微米单位尺寸的细颗粒122具有更高的可见光线反射率(或散射率)。

[0450] 根据本发明的第一实施例的白色辐射冷却元件100通过白色辐射冷却层120而可以具有优异的冷却性能,该白色辐射冷却层120包括将可见光线反射和散射在良好地放射中红外线或长波长红外线的高分子基质121上的细颗粒122。

[0451] 另外,根据本发明的第一实施例的白色辐射冷却元件100通过反射和散射可见光线的细颗粒122而具有白色,从而可以提高美观性。

[0452] 参照图23b,根据本发明第二实施例的白色辐射冷却元件200还包括:反射增强层230,其另外将具有所述可见光线区域的波长的太阳光反射在白色辐射冷却层220的下面。

[0453] 据此,根据本发明第二实施例的白色辐射冷却元件200包括:基板210;反射增强层230;以及白色辐射冷却层220,其包括混合在高分子基质221中的细颗粒222。

[0454] 此时,由于根据本发明第二实施例的白色辐射冷却元件200包括根据第一实施例的白色辐射冷却元件200的构成要素,因此将省略重复的描述。

[0455] 反射增强层230另外反射太阳光的紫外线、可见光线和近红外线区域中的光,从而防止根据本发明第二实施例的白色辐射冷却元件200的温度因太阳光而升高。

[0456] 优选地,反射增强层230可以由能够很好地反射太阳光的材料制成,尤其该材料要有对可见光线区域的光的90%以上的反射率。

[0457] 反射增强层230可以是将金属材料沉积在基板210上的层。

[0458] 根据实施例,反射增强层230在基板210上用溅射(sputtering)、原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)、热蒸发(thermal evaporation)、共蒸发(co-evaporation)、等离子增强化学气相沉积(PECVD)、电子束蒸发(e-beam evaporation)、射频溅射(Radio Frequency sputtering)、磁控溅射(magnetron sputtering)、真空沉积(vacuum deposition)或化学气相沉积(chemical vapor deposition)等方式中的一种方法沉积金属材料而形成。

[0459] 根据实施例,反射增强层230可以由银(Ag),铝(Al)和铂(Pt)等金属材料中的至少一种制成,但是不限于所述材料。

[0460] 根据实施例,反射层120可以由市场上出售的如3M公司太阳镜膜之类的太阳反射膜形成。

[0461] 根据实施例,根据本发明第二实施例的白色辐射冷却元件200可以重复形成反射增强层230和白色辐射冷却层220。

[0462] 具体而言,根据本发明第二实施例的白色辐射冷却元件200,可以以反射增强层230-白色辐射冷却层220-反射增强层230-白色辐射冷却层220-……的顺序层压在基板210上而形成。

[0463] 参照图23c,在根据本发明的第三实施例的白色辐射冷却元件300中,可以在白色辐射冷却层320中进一步混合放射荧光的荧光颗粒323。

[0464] 据此,根据本发明第三实施例的白色辐射冷却元件,其包括:基板310;以及白色辐射冷却层,其在基板310上形成,并且将包含反射并散射具有可见光线区域的波长的太阳光的金属氧化物颗粒和放射荧光的荧光颗粒323混合在吸收具有中红外线区域的波长的太阳

光并将其作为热量而放射的高分子基质321内。

[0465] 由于根据本发明第三实施例的白色辐射冷却元件300可以包括根据第一和第二实施例的白色辐射冷却元件300的所有构成要素,因此将省略重复的描述。

[0466] 白色辐射冷却层320中包括的荧光颗粒323通过吸收太阳光而放射可见光线,并且根据实施例而可以放射至少一种颜色的可见光。

[0467] 据此,通过具有至少一种颜色的荧光颗粒323来混合颜色,使得根据本发明的第三实施例的白色辐射冷却元件300可以不仅呈现白色,而且还呈现各种颜色。

[0468] 根据实施例,荧光颗粒323可以由放射红色荧光的锰(Mn)和放射蓝色荧光的铈(Sb)制成。

[0469] 根据实施例,荧光颗粒323可以由钆-铝-石榴石(Lutetium aluminium garnet; LuAG)类形成,此外其还可以是钇-铝-石榴石(Yttrium Aluminium Garnet; YAG)类、氮化物类、硫化物类、硅酸盐或它们的混合物。

[0470] 根据实施例,根据本发明的第三实施例的白色辐射冷却元件300可以在高分子基质321内包括细颗粒322和显色剂323。

[0471] 显色剂323可以是通常已知的超材料或染料,但不限于所述材料。

[0472] 据此,根据本发明的第三实施例的白色辐射冷却元件300还包括荧光颗粒323,从而颜色与镜子不同,可以呈现多种颜色,由此可以提高美观度。

[0473] 以下,根据本发明的白色辐射冷却元件是根据实施例而制造的,并且通过评估实施例的白色辐射冷却元件的特性来说证明白色辐射冷却元件的特性和效果。

[0474] [实施例1-1]

[0475] 通过混合基于作为高分子物质的PDMS总重量的30重量%的作为细颗粒的直径20nm的氧化锌(ZnO)颗粒而制备混合物。

[0476] 之后,使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银(Ag)制成的反射增强层。

[0477] 之后,将混合液旋涂在反射增强层上来制成白色辐射冷却元件。

[0478] [实施例1-2]

[0479] 除了氧化锌颗粒以50重量%混合的情况以外,以与[实施例1-1]相同的方式制造白色辐射冷却元件。

[0480] [实施例2-1]

[0481] 通过混合基于作为高分子物质的DPHA总重量的1.9重量%的作为细颗粒的直径20nm的氧化铝(Al₂O₃)颗粒而制造混合物。

[0482] 之后,使用电子束蒸发器在玻璃基板上形成由银(Ag)制成的反射增强层。

[0483] 之后,将混合物旋涂在反射增强层上以制造白色辐射冷却元件。

[0484] [实施例2-2]

[0485] 除了通过以基于DPHA的总重量的3.8重量%的量混合氧化铝颗粒来制造混合物之外,以与[实施例1-1]中相同的方式制造白色辐射冷却元件。

[0486] [实施例2-3]

[0487] 除了通过以基于DPHA的总重量的7.7重量%的量混合氧化铝颗粒来制造混合物之外,以与[实施例1-1]中相同的方式制造白色辐射冷却元件。

[0488] [对比例1]

[0489] 在玻璃基板上使用电子束蒸发器形成由银 (Ag) 制成的反射层之后,将DPHA旋涂在该反射层上以制造辐射冷却元件。

[0490] [实施例3]

[0491] 通过混合基于高分子物质PUA的总重量的33重量%的作为细颗粒的20nm直径PVDF颗粒而制造混合物。

[0492] 通过将混合物旋涂在玻璃基板上来制造白色辐射冷却元件

[0493] [对比例2-1]

[0494] 通过将PUA旋涂在玻璃基板上来制造辐射冷却元件。

[0495] [对比例2-2]

[0496] 银基板

[0497] 特性评估

[0498] 1. 含有金属氧化物细颗粒的白色辐射冷却元件

[0499] 图24a和图24b是显示根据本发明实施例的白色辐射冷却元件的根据细颗粒含量的吸收率的图表。

[0500] 参照图24a和图24b,可以确认,实施例1-1 (Sample 1) 和实施例1-2均具有对可见光线的高反射率。

[0501] 另外,通过测定实施例1-1和实施例1-2的反射率的结果而可以确认,氧化锌颗粒含量较高的实施例1-2的对可见光线的反射率高于实施例1-1。

[0502] 即,可以确认,根据本发明实施例的白辐射冷却元件细颗粒的含量越高,对可见光线的透射率越低,即,对可见光线的反射率越高。

[0503] 图25是显示根据本发明实施例的包括细颗粒的白色辐射冷却元件的温度随时间变化的图表

[0504] 参考图25,可以确认,在2019年5月28日晴朗的天气下,实施例2-3为-11.9℃,实施例2-2为-11.3℃,实施例2-1为-9.2℃,比较例1为-8.8℃。

[0505] 另外,可以确认,在2019年5月29日晴朗的天气下,实施例2-3为-11.6℃,实施例2-2为-11.3℃,实施例2-1为-9.21℃,比较例1为-8.7℃。

[0506] 另外,可以确认,在2019年5月29日阴天的情况下,实施例2-3为-7.2℃,实施例2-2为-6.6℃,实施例2-1为-5.9℃,比较例1为-5.4℃。

[0507] 即,可以确认,按实施例2-3、实施例2-2、实施例2-1和比较例1顺序具有较大的温度变化,并且随着细颗粒含量的增加,中红外线放射率和可见光线反射率/散射率增加,从而提高白色辐射冷却元件的冷却效率。

[0508] 图26a是显示现有辐射冷却元件的状态的图像,图26b是显示根据本发明实施例的白色辐射冷却元件的状态的图像。

[0509] 首先,参考图26a,可以确认,在反射层上形成高分子层的现有辐射冷却元件具有与金属镜 (metallic mirror) 相同的颜色。

[0510] 然而,参考图26b,可以确认所述第三实施例的白色辐射冷却元件呈现白色。

[0511] 据此,可以确认,所述实施例2的白色辐射冷却元件通过PUA颗粒反射和散射可见光线,从而呈现白色。

[0512] 图27是显示根据本发明实施例的根据白辐射冷却层中包括的根据高分子的类型

而变化的白辐射冷却元件吸收率的图表。

[0513] 参考图27,可以确认,实施例3 (PUA+PVDF) 对可见光线具有高反射率,并且在中红外线区域中具有高放射率。

[0514] 另外,通过观察实施例3 (PUA PVDF) 和对比例2-1 (PUA) 的可见光线、近红外线和中红外线区域的太阳光吸收率而可以确认,在40℃的环境温度下,制冷功率效率为35.42W/m²。

[0515] 在作为可见光线区域的黄色区域中,所述实施例3的吸收率低于对比例2-1的吸收率,从而可以确认,所述实施例3的可见光线的反射率高于比较例2-1的可见光线的反射率。

[0516] 另外,在近红外线和中红外线区域的蓝色区域所述实施例3和对比例2-1的放射率基本相似,从而即使包含PUA颗粒,也不会影响中红外线放射率。

[0517] 另外,根据本发明实施例的包括高分子物质细颗粒的白色辐射冷却元件,当其中红外线区域具有最高的放射率时,即使增加细颗粒的含量,也几乎不影响放射率。

[0518] 图28是显示根据本发明实施例的包括高分子物质细颗粒的白色辐射冷却元件的温度随时间变化的图表

[0519] 此时,图28所示的环境温度是设置有实施例3和比较例2-2的辐射冷却元件的腔室内部的温度,并且是用于比较实际实施例3和比较例2-2的冷却度的温度。

[0520] 另外,外部温度是腔室外部的温度,通过对流测量得出其温度低于环境温度。

[0521] 参照图28,从比较实施例3 (PUA+PVDF) 的温度和环境温度 (Ambient T) 的变化的结果而可以确认,与环境温度相比,实施例3平均更冷却约5.7℃。

[0522] 另外,比较所述实施例3和所述比较例2-2的温度,可以确认,与所述比较例2-2相比,所述实施例3平均更冷却约1.6℃。

[0523] 可以确认的是,根据本发明实施例的白色辐射冷却元件,在放射中红外线的高分子基质还包括反射和散射可见光线的细颗粒,从而具有比现有辐射冷却元件更高的冷却性能。

[0524] 如上所述,尽管已经通过限定的实施例和附图描述了本发明,但是本发明不限于上述实施例,并且根据这些描述本发明所属领域的普通技术人员可以进行各种修改和变形。因此,本发明的范围不应该限定于所描述的实施例,而应由等同于稍后描述的权利要求范围的内容来限定。

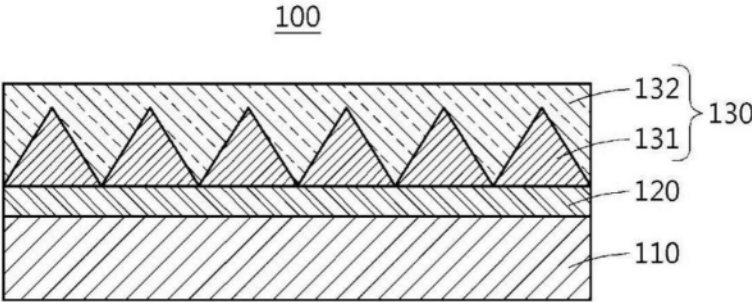


图1a

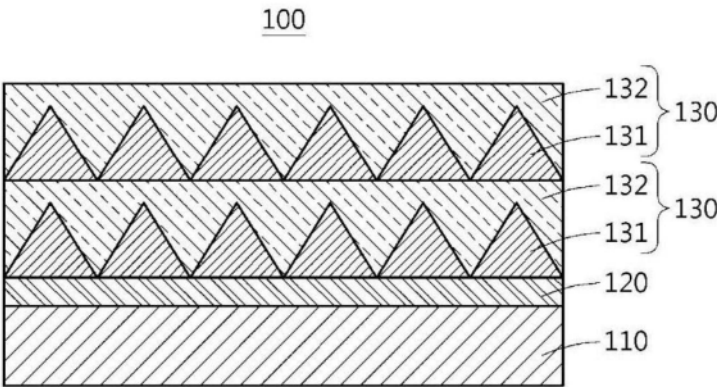


图1b

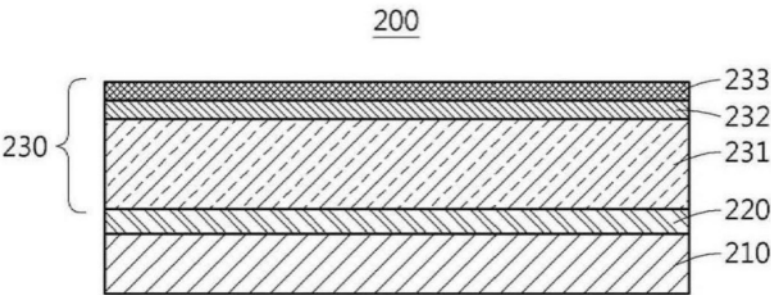


图2a

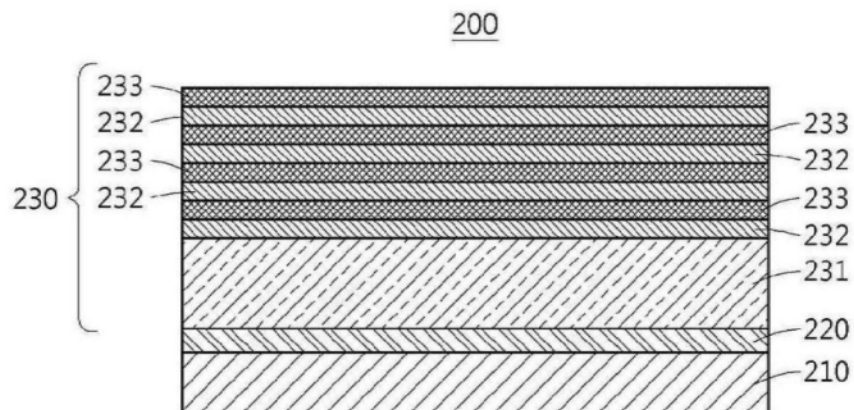


图2b

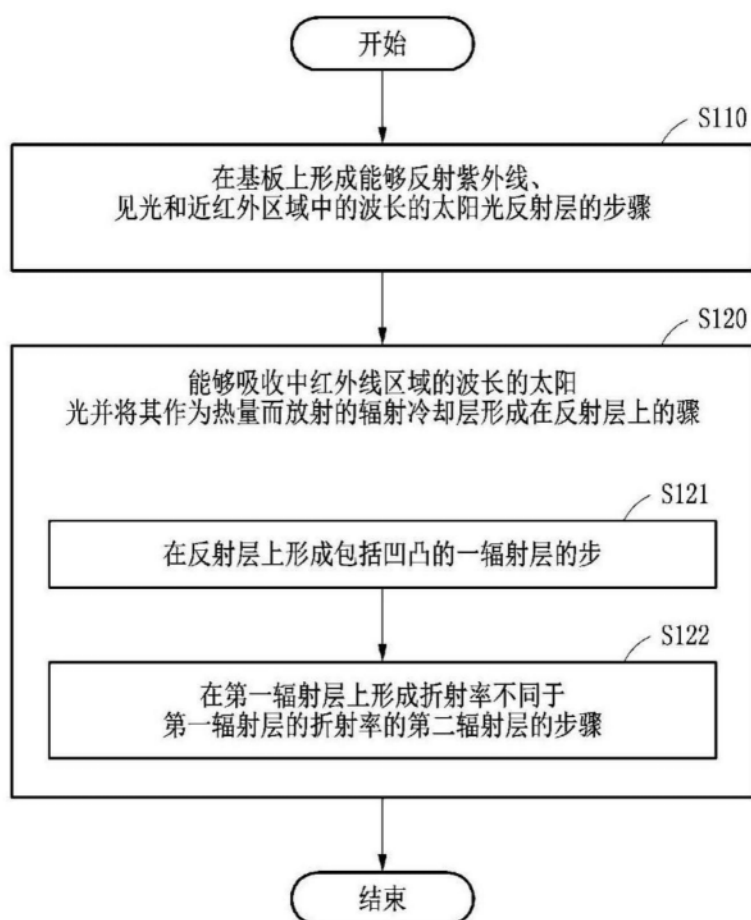


图3

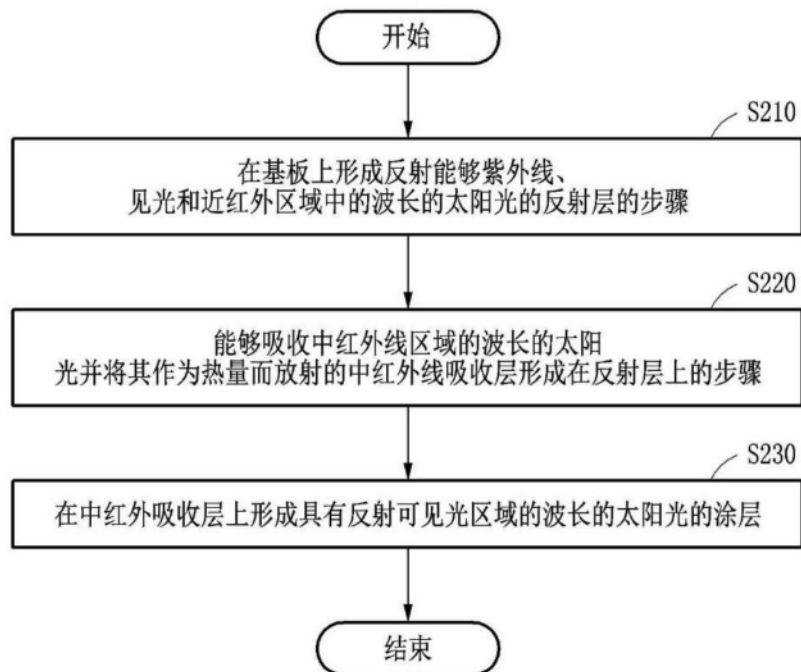


图4

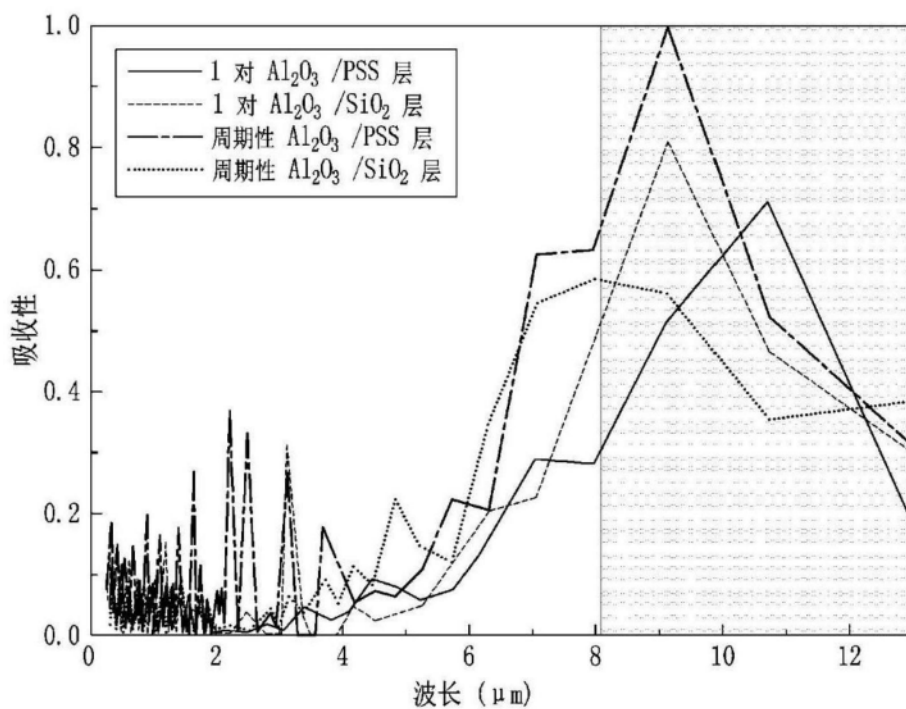


图5

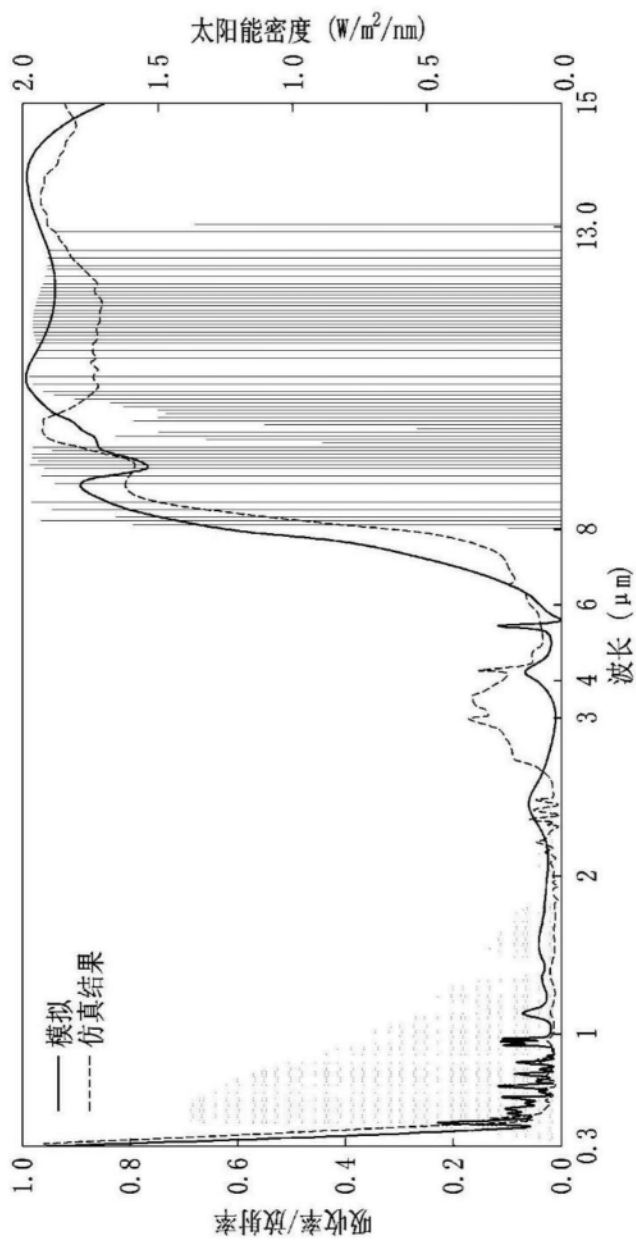


图6

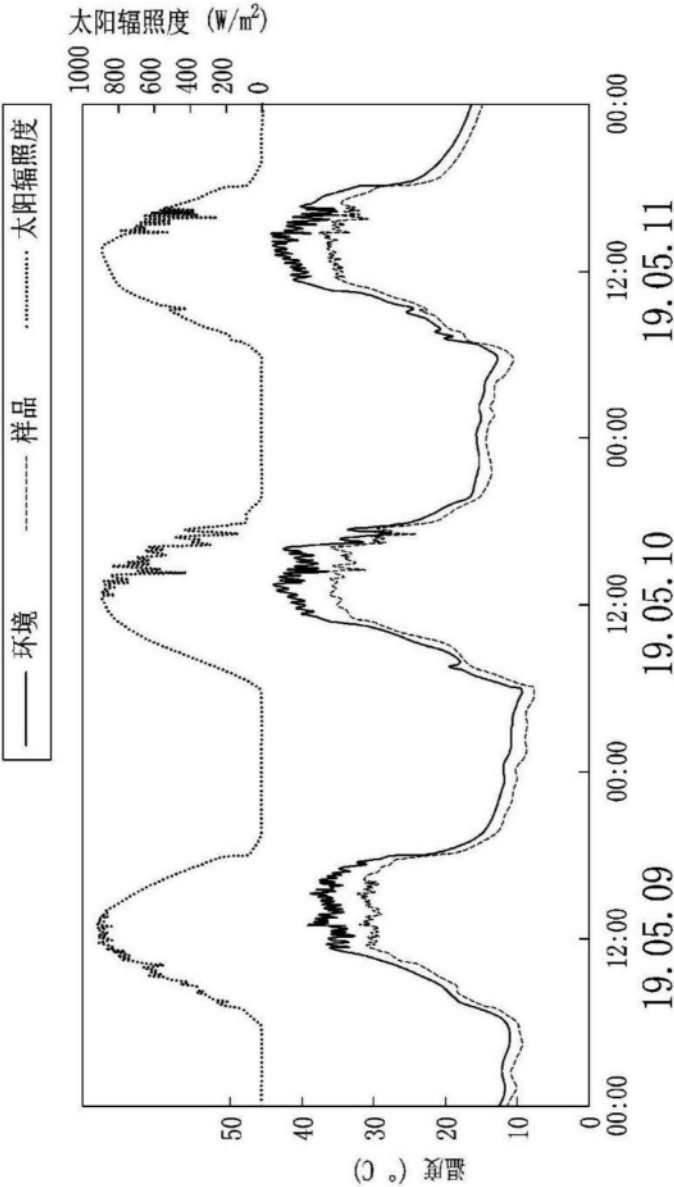


图7

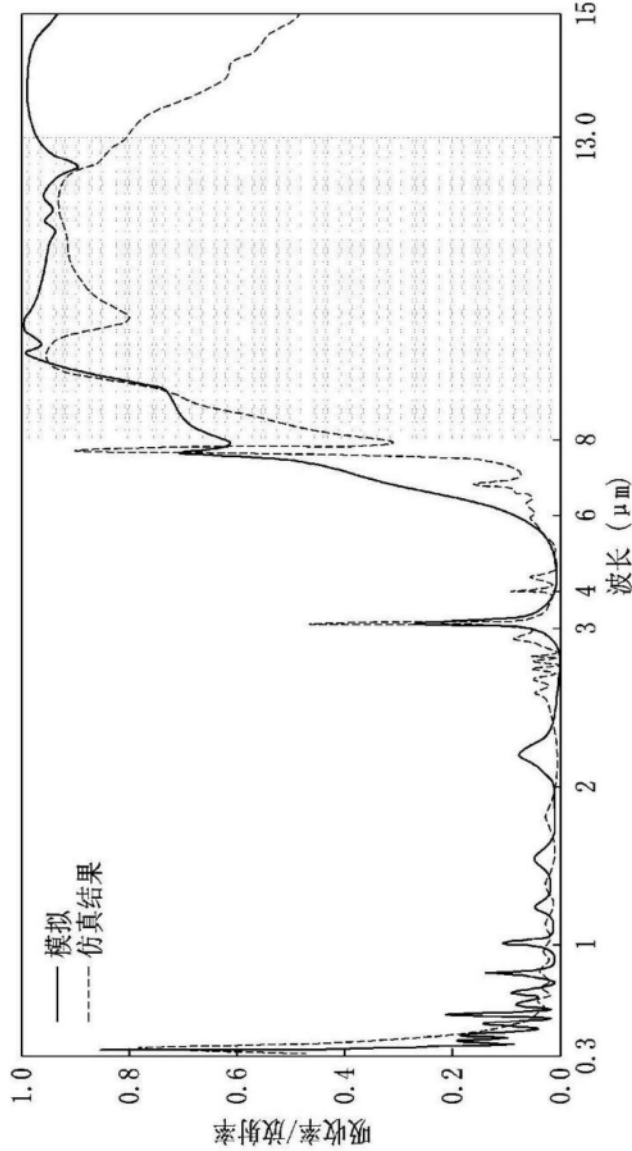


图8

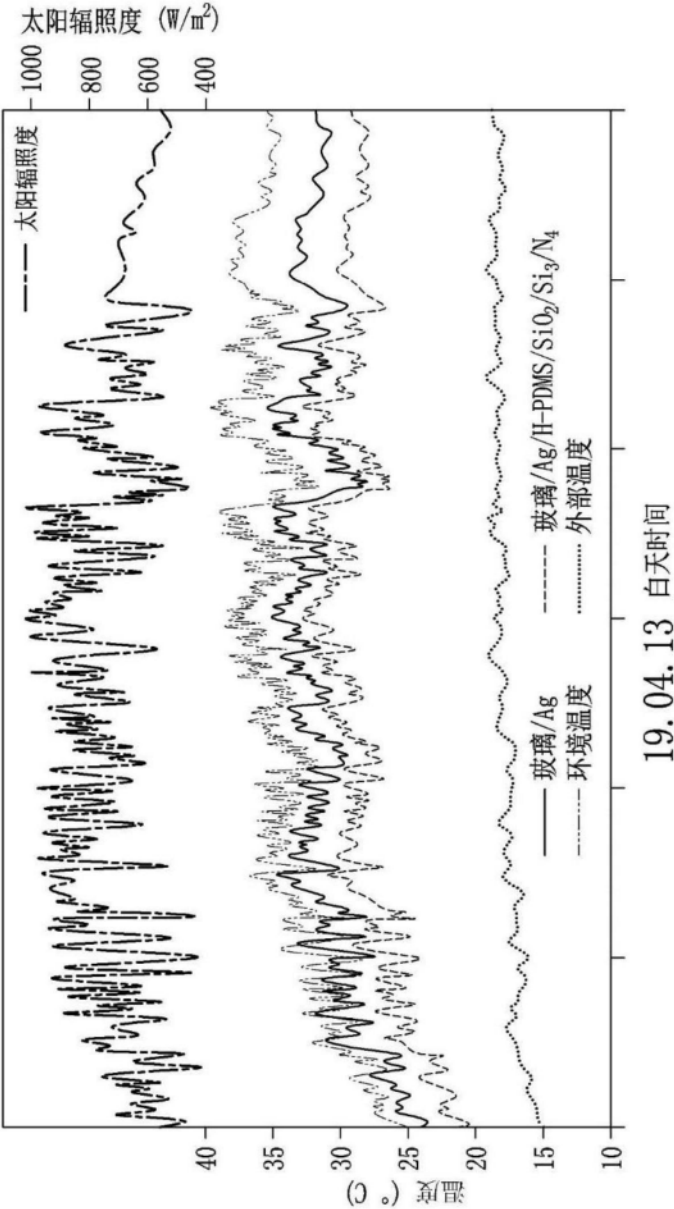


图9

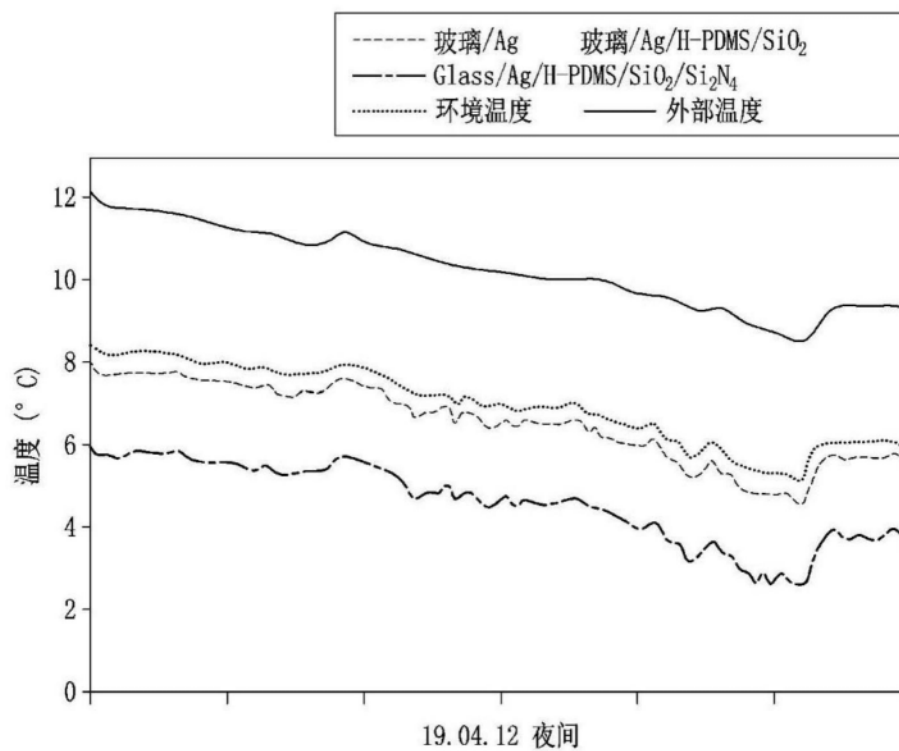


图10

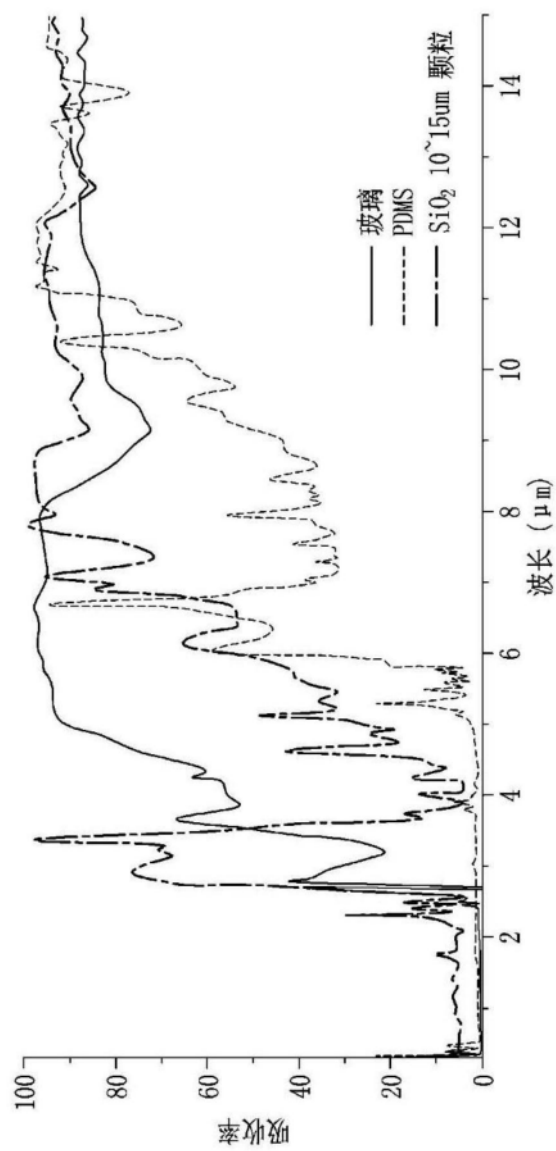


图11

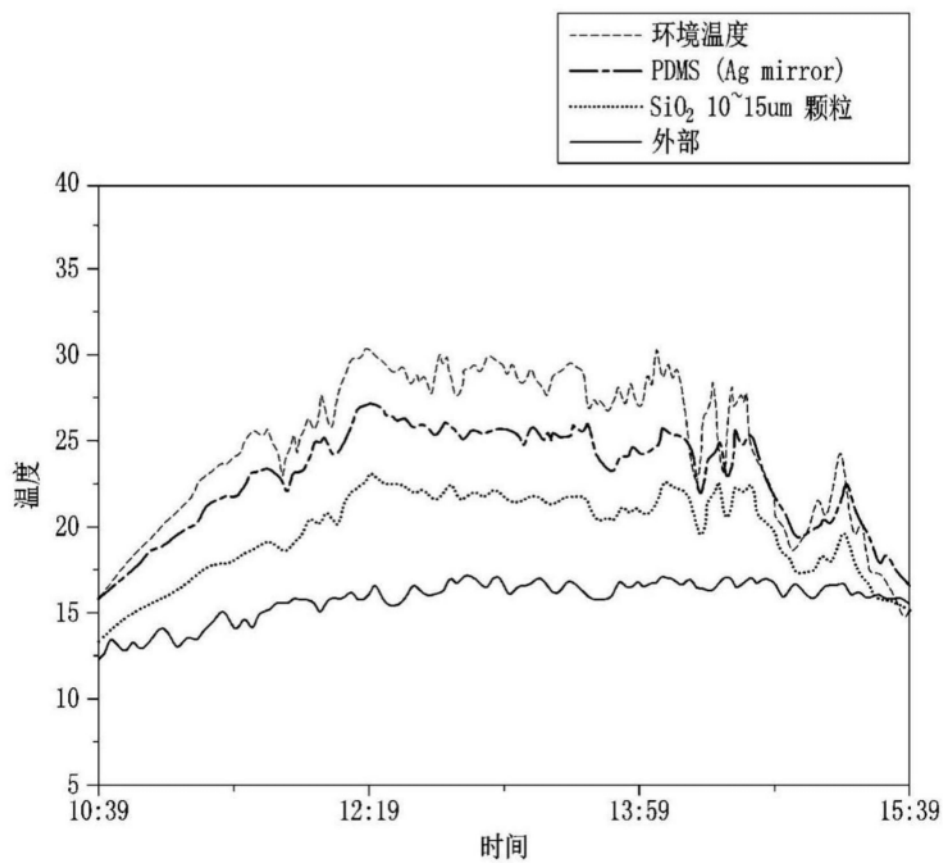


图12

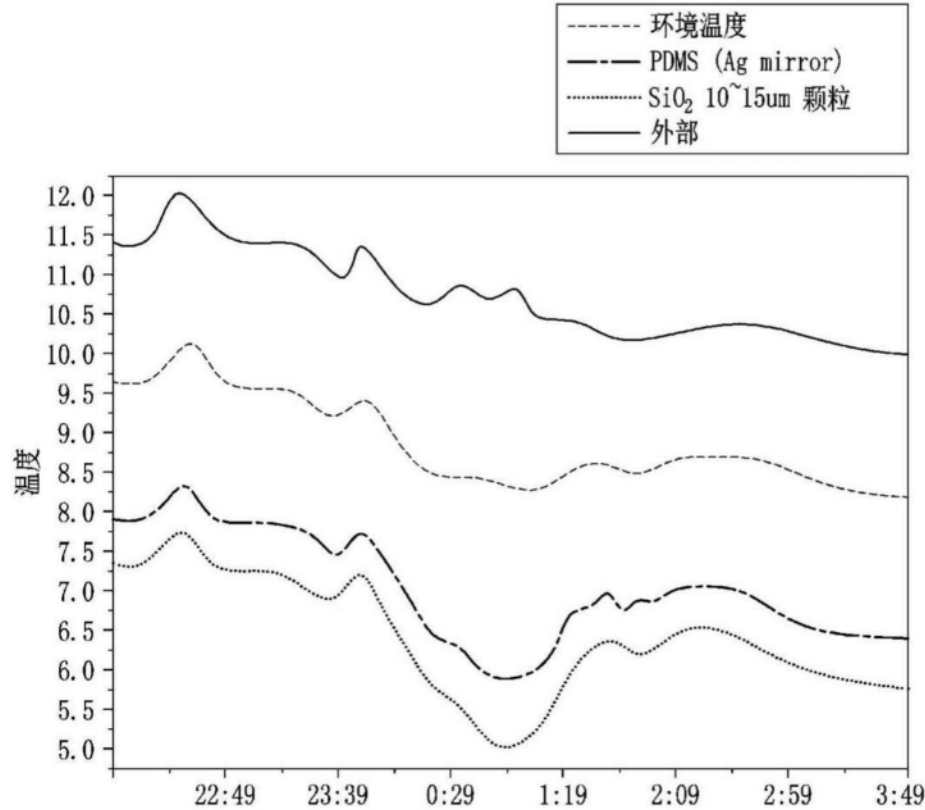


图13

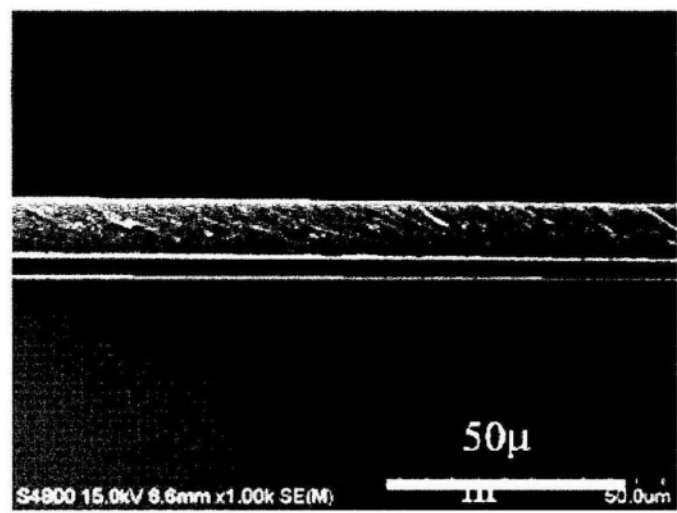


图14a

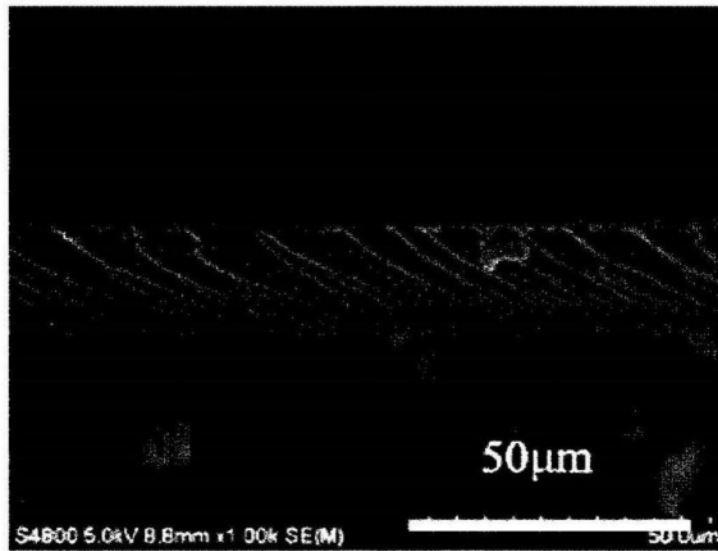


图14b

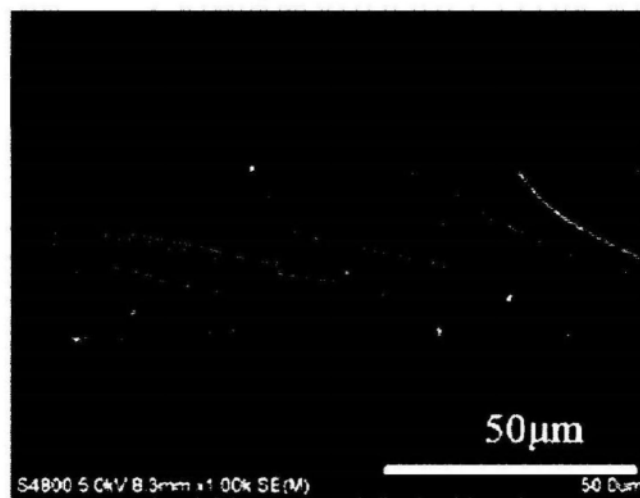


图14c

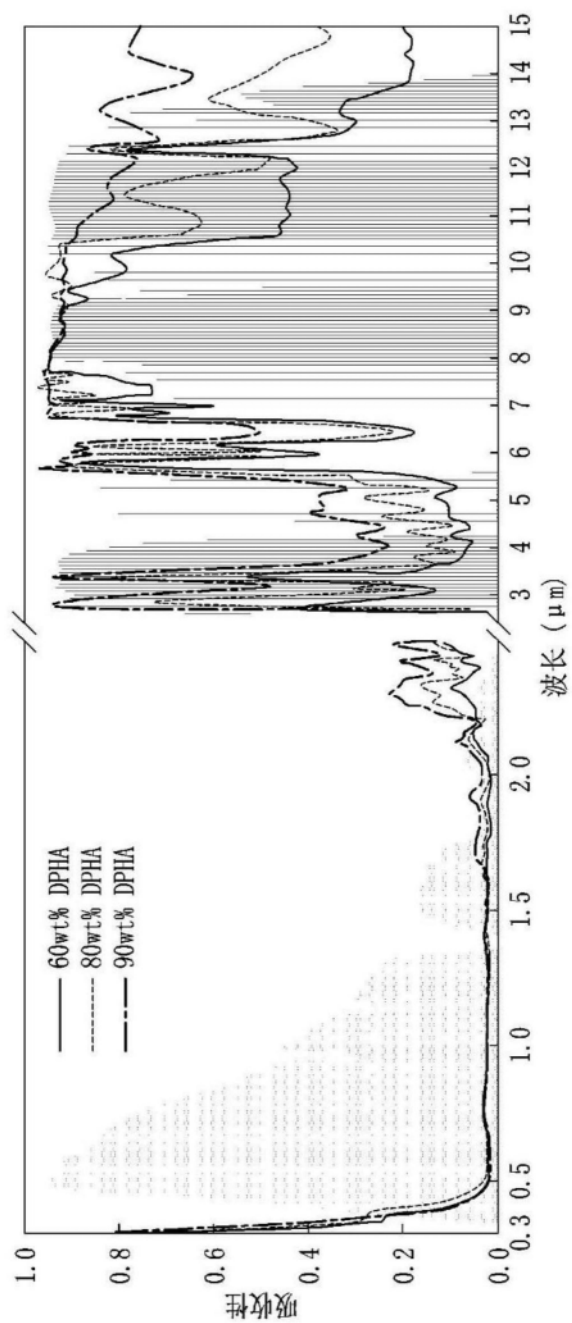


图15

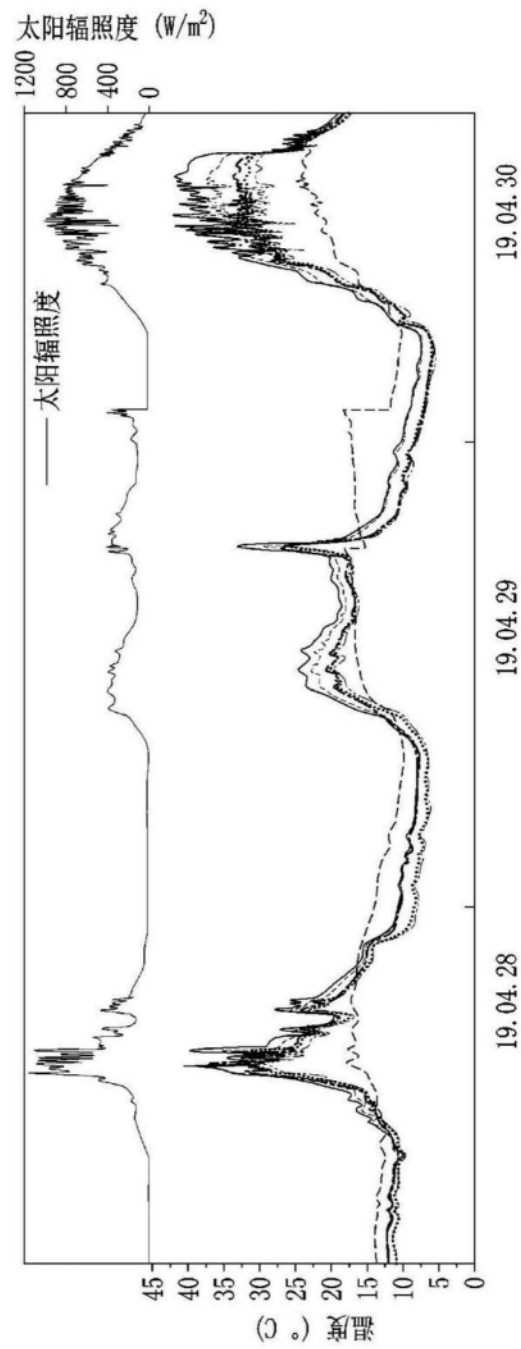


图16

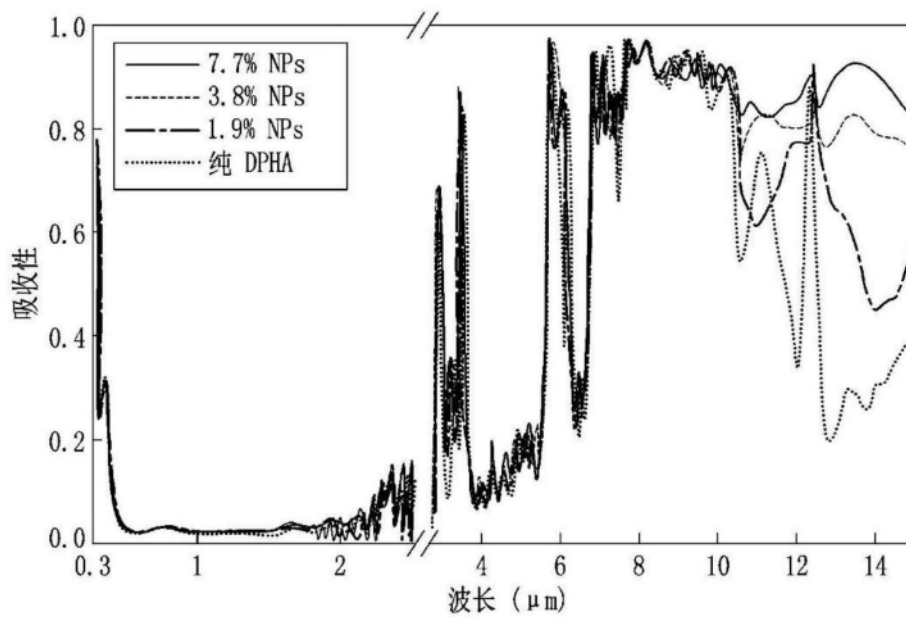


图17

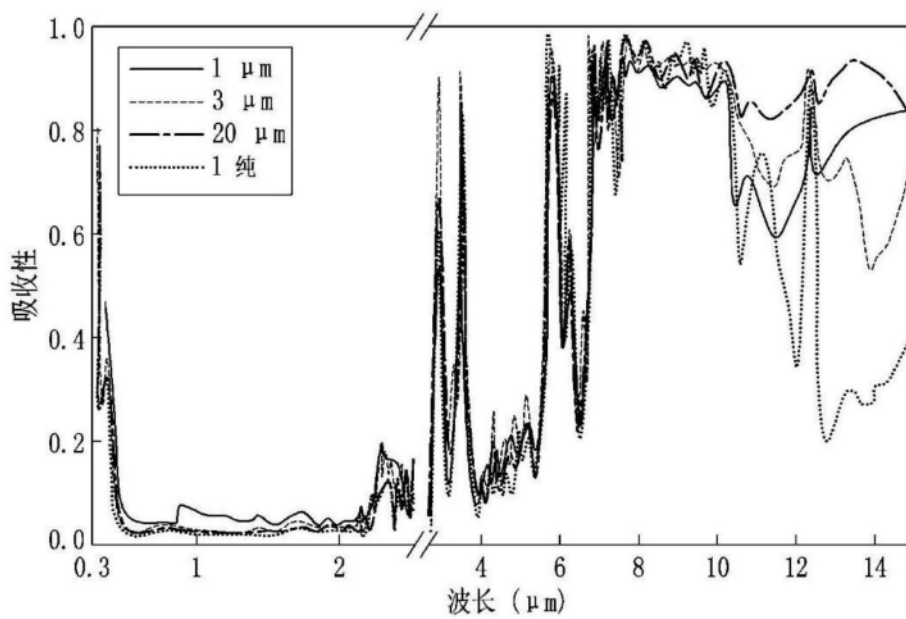


图18

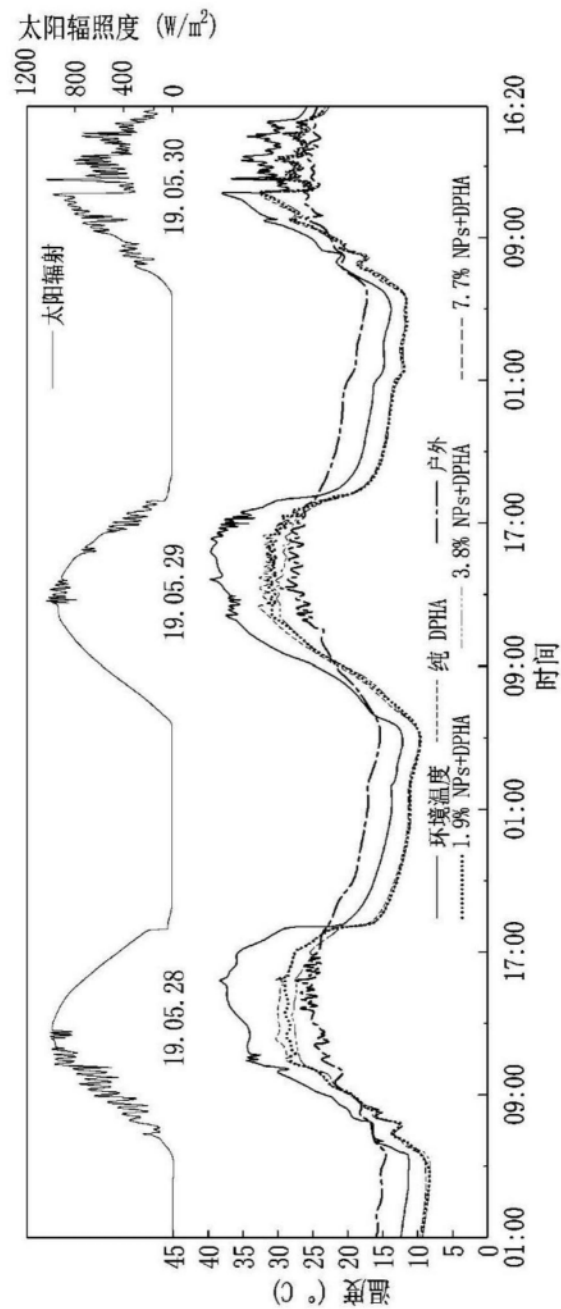


图19

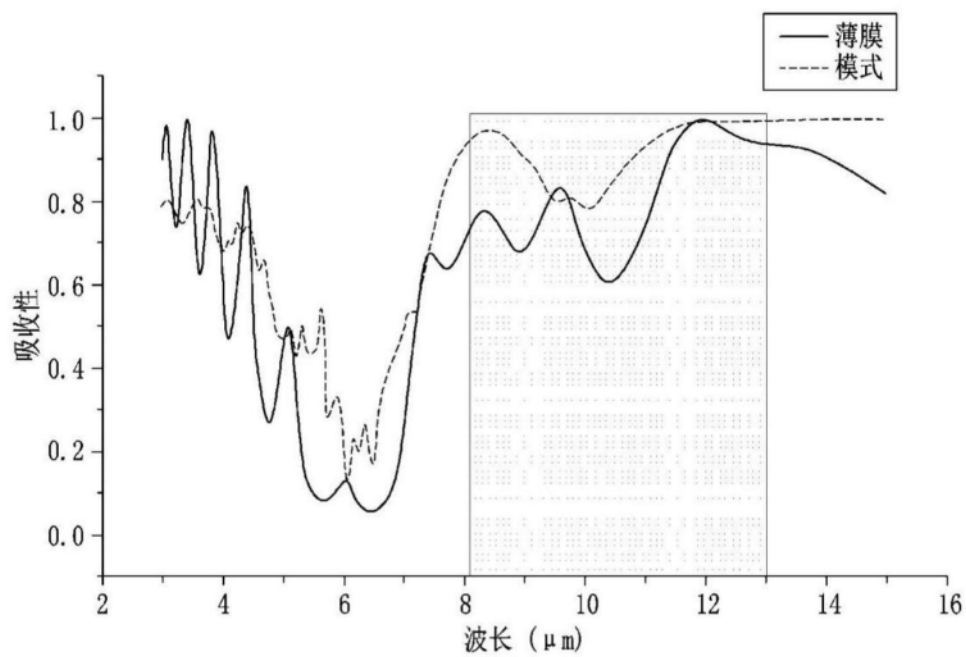


图20

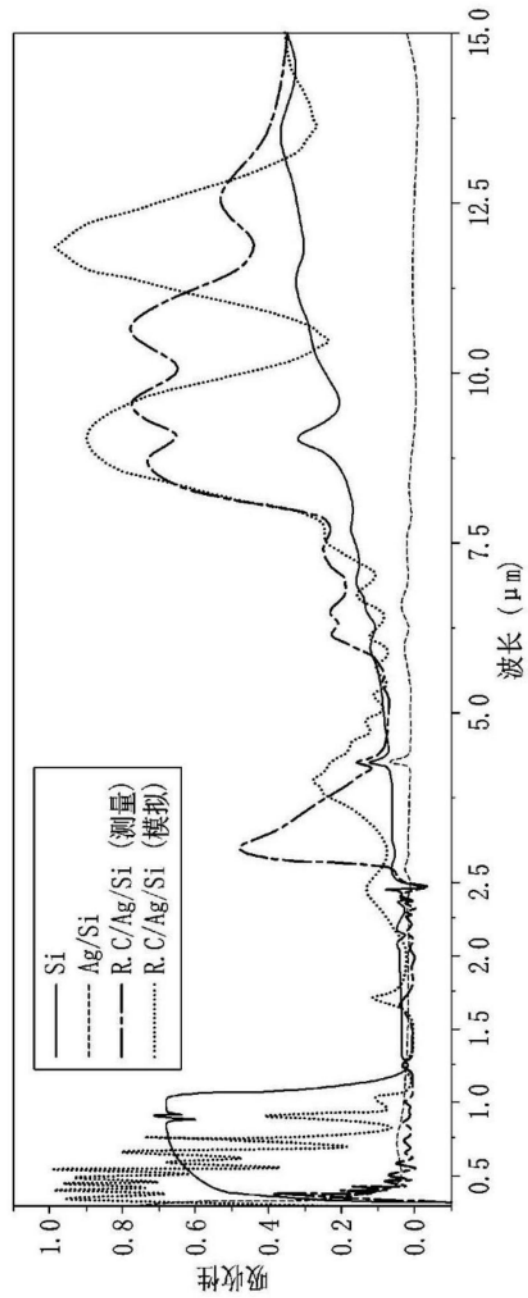


图21

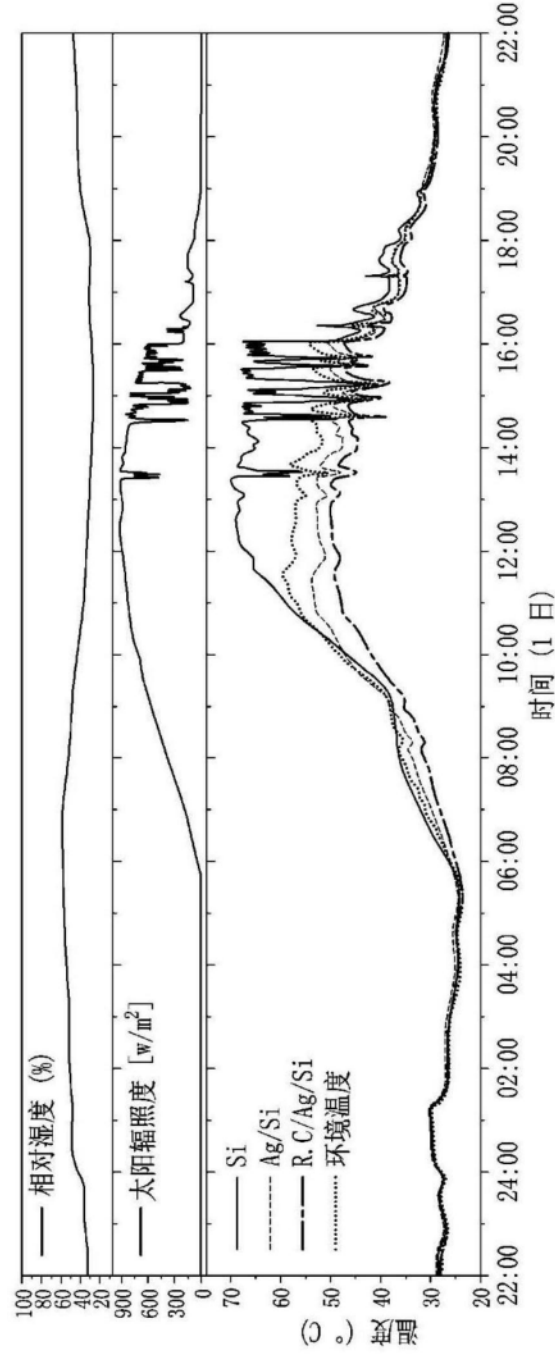


图22a

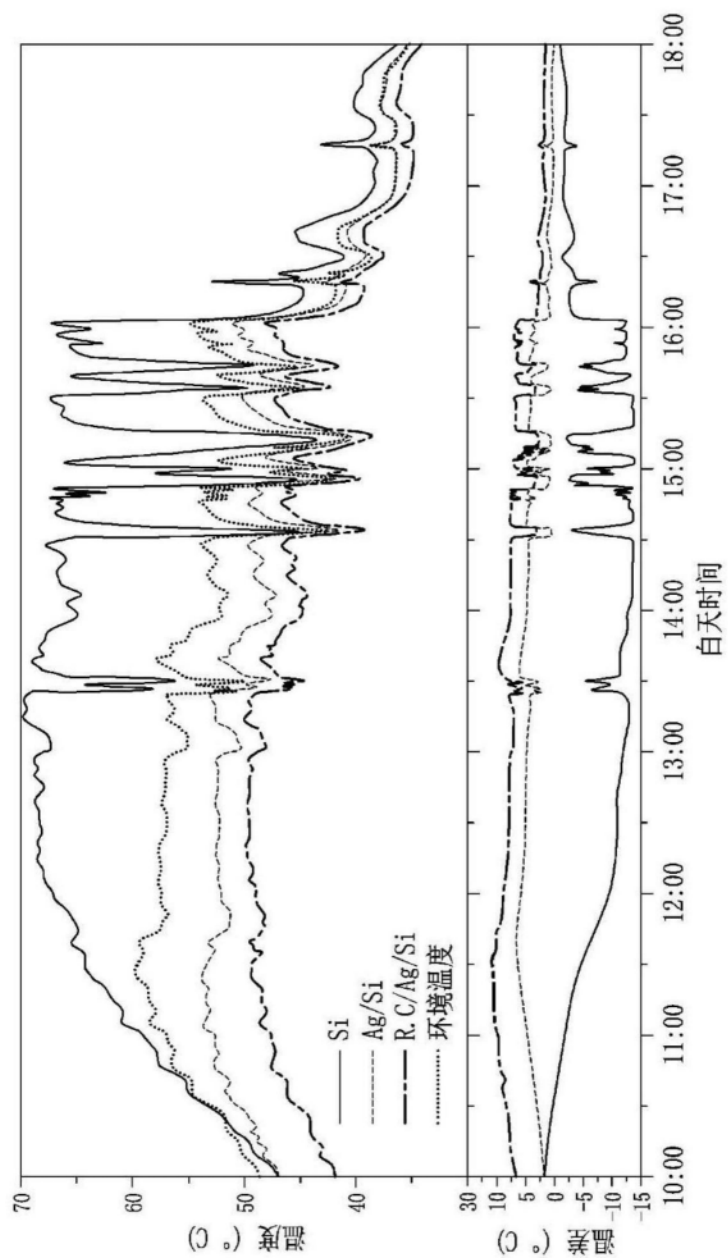


图22b

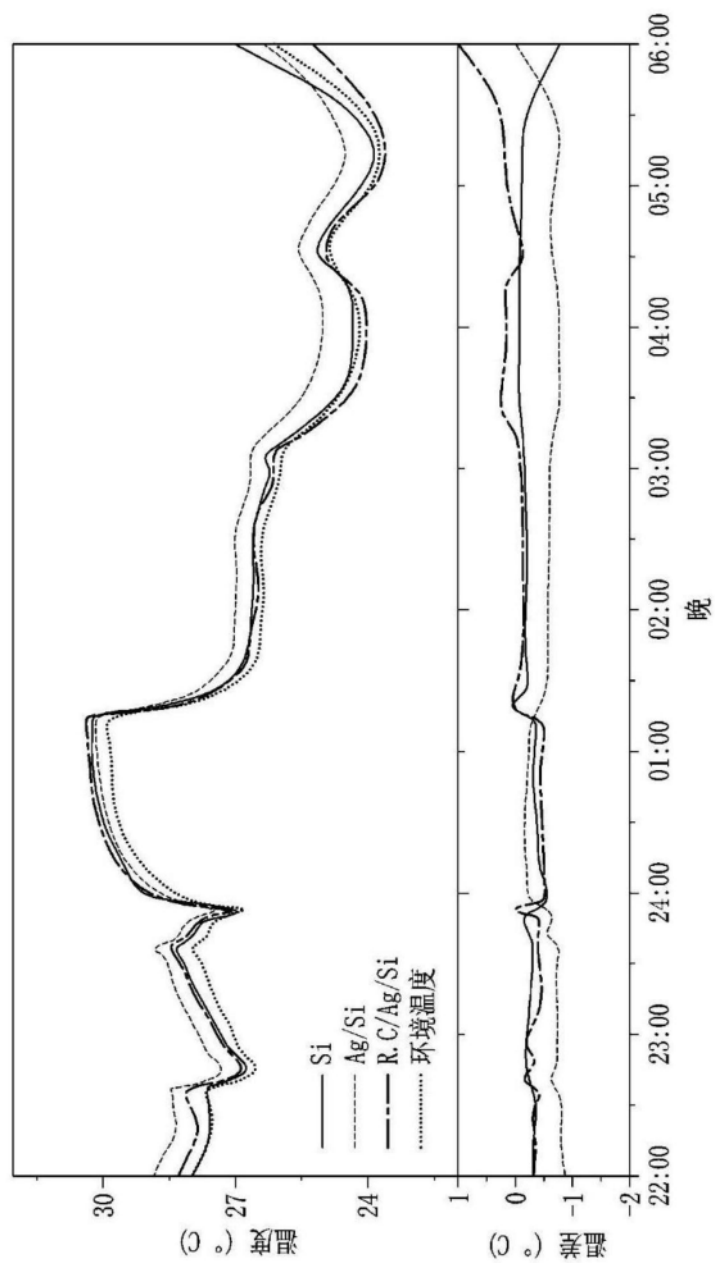


图22c

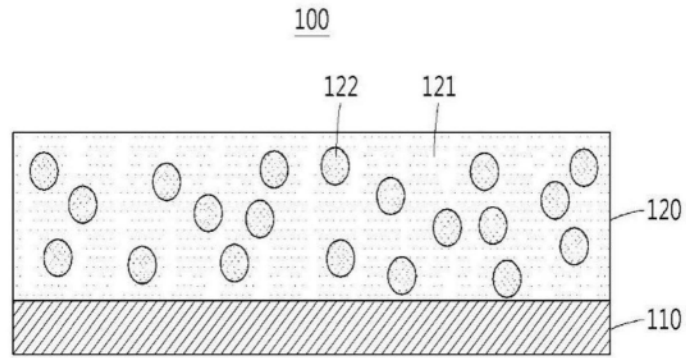


图23a

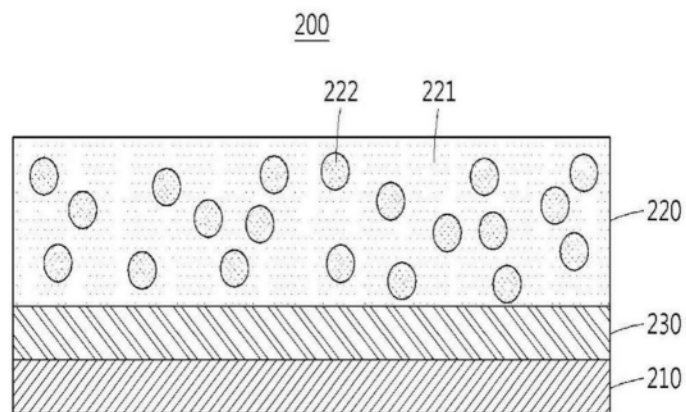


图23b

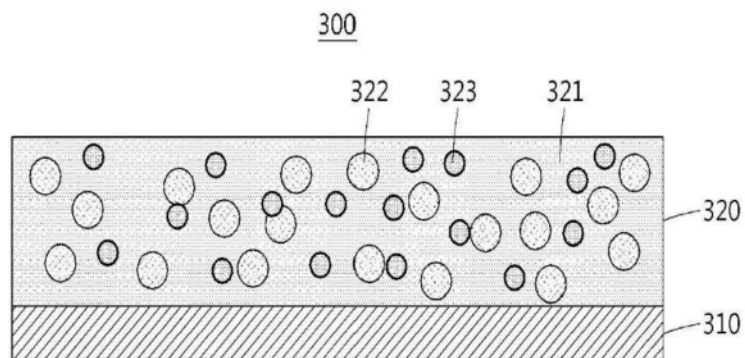


图23c

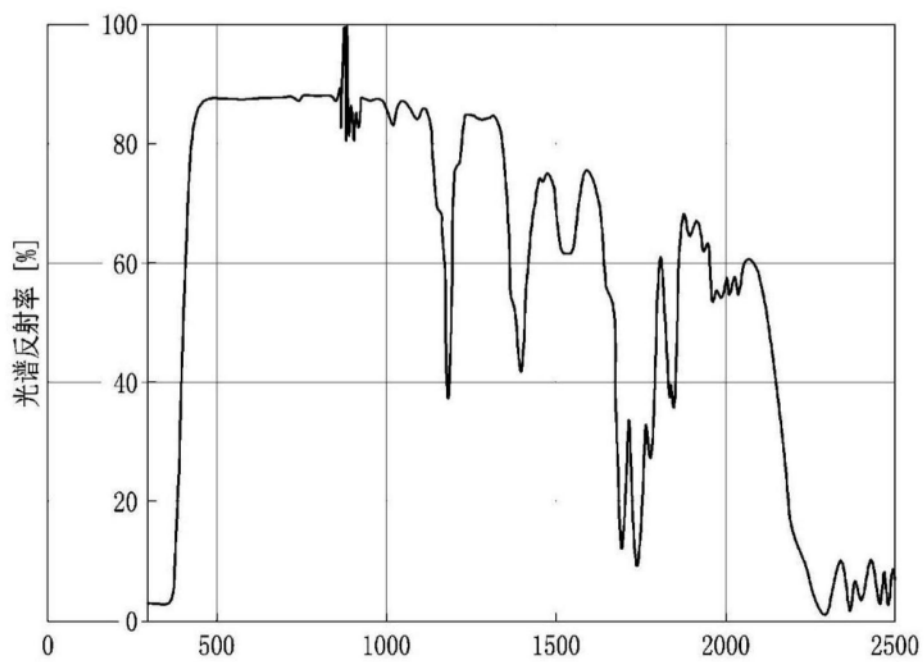


图24a

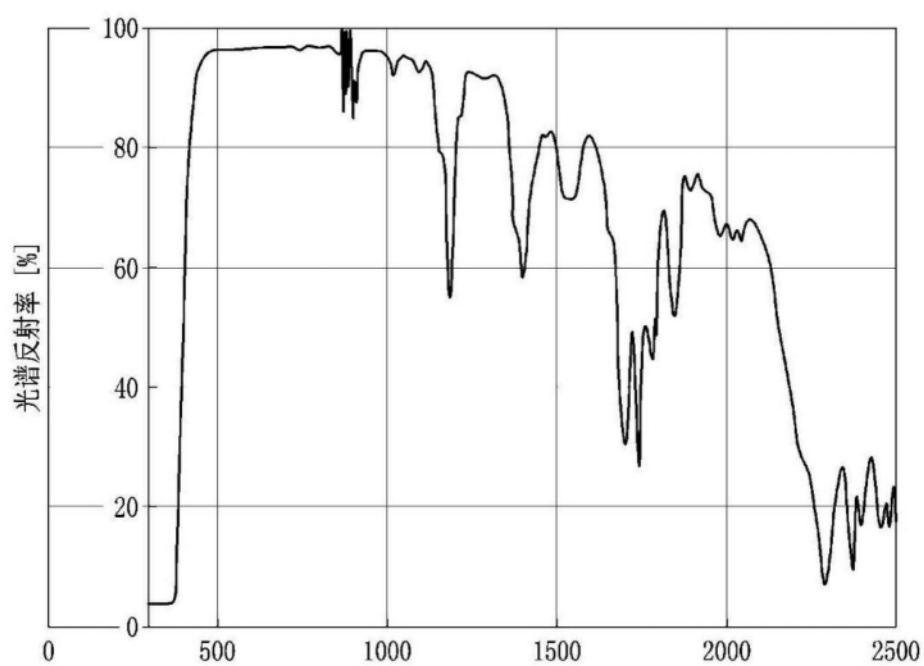


图24b

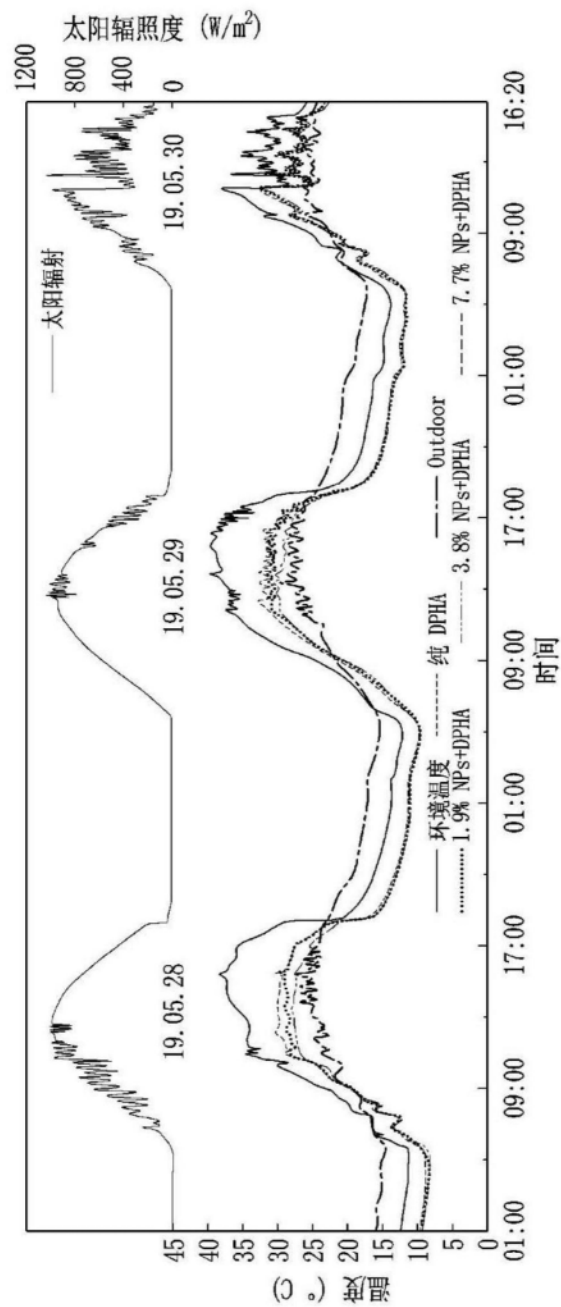


图25

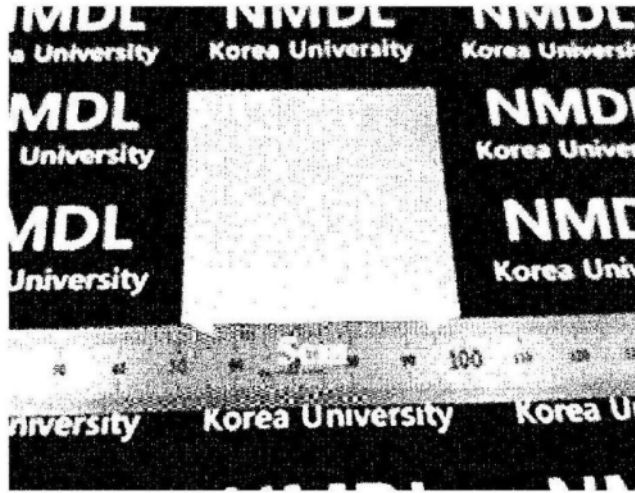


图26a



图26b

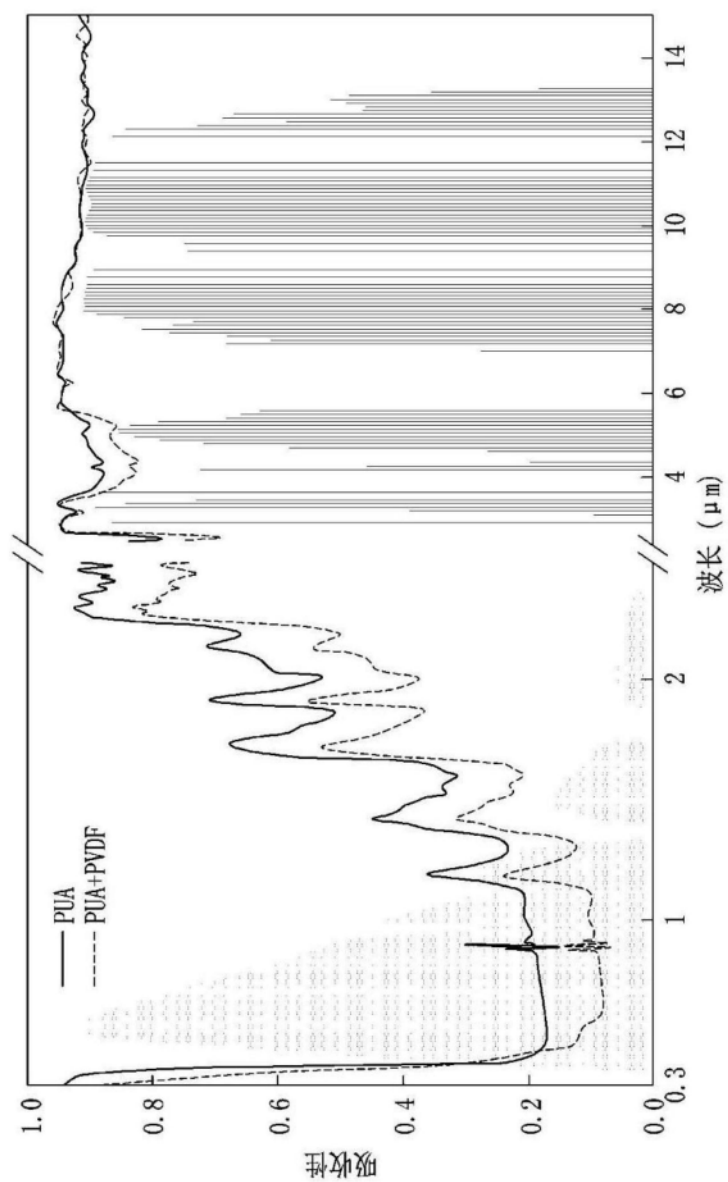


图27

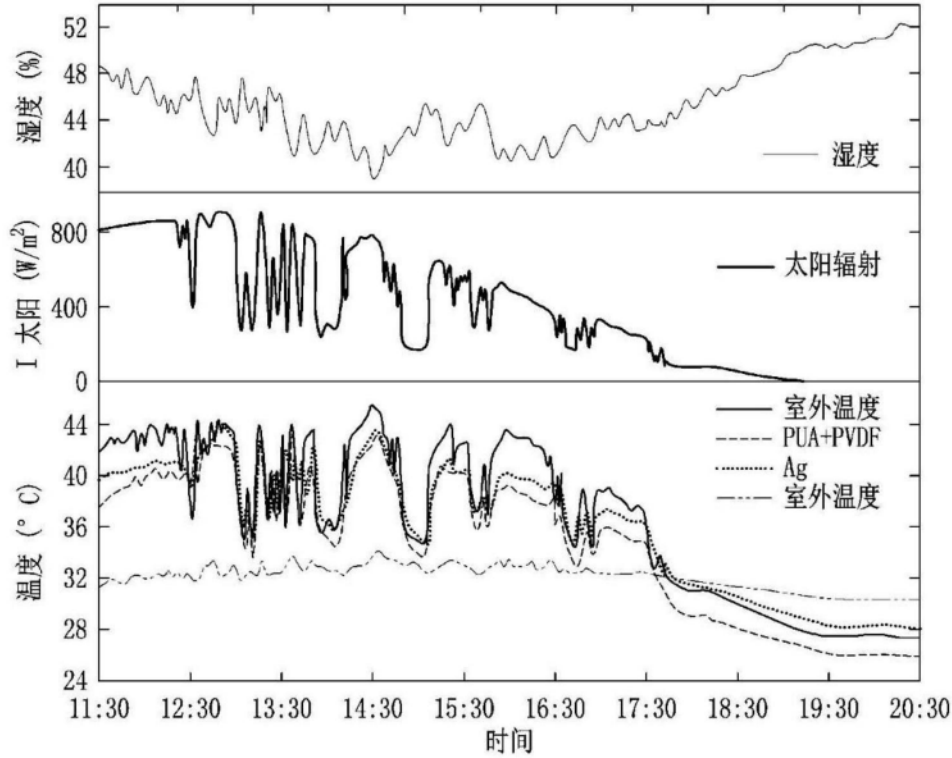


图28