



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118206894 A

(43) 申请公布日 2024. 06. 18

(21) 申请号 202410315085.6

(22) 申请日 2020.12.04

(30) 优先权数据

10-2020-0158664 2020.11.24 KR

(62) 分案原申请数据

202011403715.3 2020.12.04

(71) 申请人 株式会社泽克

地址 韩国首尔市城北区安岩路73-15,620

(72) 发明人 李宪 蔡东右 孙秀旻 林汉圭

(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 杨泽 刘芳

(51) Int. Cl.

G09D 5/33 (2006.01)

F25B 23/00 (2006.01)

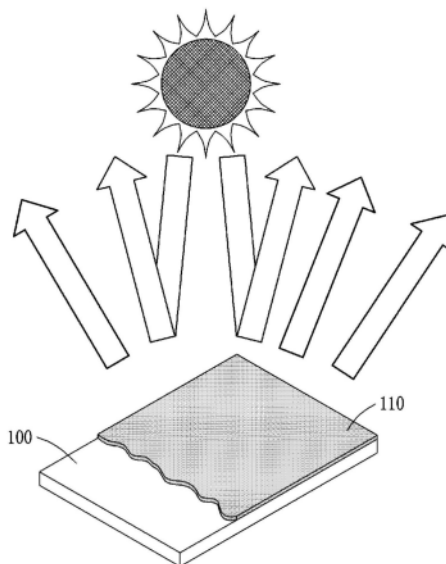
权利要求书2页 说明书20页 附图42页

(54) 发明名称

包括具有纳米或微粒的涂料涂层的辐射冷却元件

(57) 摘要

本发明涉及一种包括具有纳米或微粒的涂料涂层的辐射冷却元件,尤其涉及一种具有如下特征的技术,该技术通过在各种表面上形成具有优异辐射冷却性能的涂料涂层,可以将太阳光谱中的光吸收降至最低,同时,将辐射冷却物质下方的热量放射到外部,以冷却材料表面或材料下方的温度,根据本发明的一实施例,本发明包括将在相当于大气窗口的波长范围考虑红外线放射率和对入射阳光的反射率而机械地连接已确定粒径和组成的纳米或微粒及所述纳米或微粒的表面的粘合剂混合在溶剂中的粘合剂的涂料溶液涂覆或染色在各种表面上之后而形成的涂料涂层。



1. 一种辐射冷却元件,其特征在于,包括:

将在相当于大气窗口的波长范围考虑红外线放射率和对入射太阳光的反射率而机械地连接已确定粒径和组成的纳米或微粒及所述纳米或微粒的表面的粘合剂混合在溶剂中的粘合剂的涂料溶液涂覆或染色在各种表面上之后而形成的涂料涂层,

其中所述纳米或微粒包括至少两种纳米或微粒材料和至少两种纳米或微粒材料混合的混合物质,当纳米或微粒材料由不同材料制成时,确定不同材料的组成彼此补充,以达成大气窗口的对应波长范围内平均红外线放射率的增加和平均反射率的增加,

其中所述纳米或微粒由核和壳形成,并且形成核的纳米或微粒材料与形成壳的纳米或微粒材料由相互不同的材料制成,形成核的纳米或微粒材料的红外线放射率和反射率与形成壳的纳米或微粒的红外线放射率和反射率,在相对于大气窗口的波长范围,与入射太阳光的红外线放射率和反射率相应地进行彼此补充。

2. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述纳米或微粒可以包括 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN , LiF , MgF_2 , HfO_2 和 BaSO_4 中至少两种纳米或微粒材料和所述至少两种纳米或微粒材料混合的混合物质。

3. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述涂料涂层通过控制壳的厚度而可以根据相当于大气窗口波长范围和所述入射太阳光的波长范围之间的折射率差来控制反射特性、吸收特性和透射特性中的至少一项。

4. 根据权利要求2所述的辐射冷却元件,其特征在于,

在所述涂料涂层中,每个所述纳米或微粒的红外线放射率和反射率可以重叠以确定红外线放射率和反射率。

5. 根据权利要求2所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述涂料涂层将纳米或微粒粉末按1:0、3:1、1:1、1:3和0:1中任一项的体积比而混合的涂料溶液涂覆或染色在各种表面上而形成。

6. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述粘合剂可以包括DPHA、PTFE、PUA、ETFE、PVDF、丙烯酸酯类高分子、聚酯类高分子和聚氨酯类高分子中的至少一种粘合剂材料。

7. 根据权利要求6所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述涂料涂层可以在与至少一种粘合剂材料的大气窗口相当的波长范围基于红外线放射率来增加所述红外线放射率。

8. 根据权利要求6所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述涂料涂层是通过将所述纳米或微粒和所述粘合剂以x1的体积比混合而成的涂料溶液涂覆或染色在各种表面上而形成的,并且x可以具有0.2至2.5的范围。

9. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述涂料涂层上还可以阻止异物渗透到涂料涂层的高分子保护层。

10. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件,其特征在于,

所述涂料涂层的厚度形成为 $30\mu\text{m}$ 至 $600\mu\text{m}$ 。

11. 根据权利要求10所述的辐射冷却元件,其特征在于,

随着所述涂料涂层的所述厚度增加而反射率增加,并且透射率会降低。

12. 根据权利要求1所述的辐射冷却元件, 其特征在于,
当红外线以对垂直于红外线的基准线形成 40° 至 70° 的入射角入射时, 所述涂料涂层的红外线放射率可为0.6以上。

包括具有纳米或微粒的涂料涂层的辐射冷却元件

[0001] 本发明是2020年12月4日所提出的申请号为202011403715.3、发明名称为《包括具有纳米或微粒的涂料涂层的辐射冷却元件》的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种包括具有纳米或微粒的涂料涂层的辐射冷却元件,并且涉及一种具有如下特征的技术,该技术通过在各种表面上形成具有优异辐射冷却性能的涂料涂层,可以将太阳光谱中的光吸收降至最低,同时,将辐射冷却物质下方的热量放射到外部,以冷却材料表面或材料下方的温度。

背景技术

[0003] 被动辐射冷却(Radiative Cooling)元件反射相当于日间太阳光的波长(0.3-2.5 μm),并且通过放射能够逸出宇宙的辐射热(8-13 μm)能量而被动地冷却。

[0004] 另一方面,被动式辐射加热(Radiative Heating)元件吸收相当于日间太阳光的波长(0.3-2.5 μm),对能够逸出宇宙的辐射热(8-13 μm)能量吸收不好,因此会被动地冷却。

[0005] 被动冷却元件的效率可以通过测量元件本身的光学特性来检查。

[0006] 为了放射热量而必须具有在长波长红外线区域内的高吸收率或高辐射率,由此才可以良好地将热量放射到宇宙中。

[0007] 根据普朗克分布(Planck distribution),当300K的温度时,具有能够在6-20 μm 的波长区域最大化散热的条件。在地球,相当于大气窗口(sky window)的波长范围约为8-13 μm ,因此为了使被动冷却元件的散热能力最大化,应该使8-13 μm 区域的吸收率或辐射率最大。

[0008] 为了用作被动辐射冷却材料,不应该因对入射太阳光的紫外线和近红外线(UV-vis-NIR)波长范围内的光具有高透射率或高反射率而吸收入射的太阳光,并且应该对作为相当于大气窗口的波长范围区间的8-13 μm 区域带的长波红外线具有高吸收(辐射)率,另外,必须在室外(outdoor)条件下也应该具有高的耐久性(稳定性、耐腐蚀性),而且所使用的材料必须廉价且存在量大,必须能够以廉价且容易的方法进行大面积成型。

[0009] 聚合物材料通常对长波长红外线具有高吸收率(辐射率),但是由于材料的性质,当放置在户外时,因紫外线或湿气而很容易劣化,导致使用寿命短。

[0010] 另外,由于厚聚合物材料是对所有红外波长都具有高辐射率的宽带辐射器(Broadband emitter),因此辐射冷却性能不如大气窗口中具有高辐射率的选择性辐射器(Selective emitter)。

[0011] 在使用由无机材料或陶瓷材料制成的多层薄膜的情况下,为了增加整个大气窗口的放射率,必须增加层压数量,这会增加对太阳光的吸收率,从而难以实现高效的辐射冷却性能。

[0012] 另外,由于银和铝的长期稳定性问题(氧化问题)和成本问题,包括银和铝的下部金属反射层的辐射冷却元件在现实生活中难以进行辐射冷却,并且这些金属材料主要进行

规则反射,因此导致眼睛疲劳和轻微出血。

[0013] 现有涂料的材料包含高含量的粘合剂,使用 TiO_2 纳米或微粒而制成,从而 TiO_2 的带隙能量相对较低,因此吸收UV附近的可见光线区域中的太阳光,并且由于NIR区域高消光系数而在NIR区域吸收量多。

[0014] 另外,由于这些现有涂料不是由大气窗口中具有高消光系数的材料构成的,所以存在大气窗口中的放射率和各个角度的放射率不高的问题。

[0015] 现有技术文献

[0016] 专利文献

[0017] 韩国专利公开专利第10-2019-0130985号,“被动辐射冷却结构”

[0018] 韩国专利注册号10-2036071,“多层辐射冷却结构”

[0019] 美国专利号9927188,“增强材料的被动辐射冷却板”

发明内容

[0020] 技术问题

[0021] 本发明的目的在于,提供一种如下特征的辐射冷却元件,该元件通过形成具有优异辐射冷却性能的涂料涂层,可以将太阳光谱中的光吸收降至最低,同时,将辐射冷却物质下方的热量放射到外部,以冷却材料表面或材料下方的温度。

[0022] 本发明的目的在于,提供与现有涂料相比吸收的太阳光更少,并且在大气窗口中具有更高的放射率,从而为辐射冷却元件提供具有优异辐射冷却性能的涂料涂层。

[0023] 本发明的目的在于,提供通过在刚性(rigid)或柔性(flexible)基板上形成涂料涂层来提供刚性(rigid)或柔性(flexible)的辐射冷却元件。

[0024] 本发明的目的在于,具有辐射冷却功能的涂料涂层形成在用于热交换的铜(铜)管表面或非平面基板(例如车顶)上而可以执行辐射冷却功能,并且通过染色衣服料和雨伞表面等布料而提供辐射冷却功能。

[0025] 本发明的目的在于,提供一种具有疏水性的辐射冷却元件,因为该元件可以通过另外包括高分子保护层来防止水分和空气等外部物质渗透。

[0026] 本发明的目的在于,提供一种辐射冷却元件,该元件即使在太阳光照射的日间(day time)或在无太阳光照射的夜间(night time)也可以冷却到低于环境温度的环境温度而不消耗能量。

[0027] 本发明的目的在于,应用于建筑材料、玻璃、汽车材料、航空设备、节能数据中心、电子设备和太阳能电池等需要冷却的材料的外表面,以提供不消耗能量的冷却功能。

[0028] 本发明的目的在于,应用于可穿戴设备、衣服、鞋、雨伞等,以防止白天在太阳光下皮肤灼伤。

[0029] 本发明通过使用由化学稳定性和机械特性优异的陶瓷材料制成的基板,即使长时间暴露于外部环境,也能提供稳定的辐射冷却功能。

[0030] 技术方案

[0031] 根据本发明的一实施例的辐射冷却元件本包括:将在相当于大气窗口的波长范围考虑红外线放射率和对入射阳光的反射率而机械地连接已确定粒径和组成的纳米或微粒及所述纳米或微粒的表面的粘合剂混合在溶剂中的粘合剂的涂料溶液涂覆或染色在各种

表面上之后而形成的涂料涂层。

[0032] 所述纳米或微粒可以包括 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN, LiF, MgF_2 , H_2O_2 和 BaSO_4 中一种纳米或微粒材料和所述至少一种纳米或微粒材料被混合的混合材料。

[0033] 所述纳米或微粒由核和壳形成,并且形成所述核的纳米或微粒材料与形成所述壳的纳米或微粒材料由不同的材料制成,形成所述核的纳米或微粒材料与形成所述壳的纳米或微粒的红外线放射率和反射率可以确定组成,使得微粒材料的红外线放射率和反射率相对于大气窗口(sky window)的波长范围内的入射太阳光的红外线放射率和反射率彼此互补。

[0034] 所述涂料涂层通过所述控制壳的厚度而可以根据相当于大气窗口(skywindow)范围的和所述入射太阳光的波长范围之间的折射率差来控制反射特性、吸收特性和透射特性中的至少一项。

[0035] 在所述涂料涂层中,每个所述纳米或微粒的红外线放射率和反射率可以重叠以确定红外线放射率和反射率。

[0036] 所述涂料涂层将纳米或微粒粉末按1:0、3:1、1:1、1:3和0:1中任一项的体积比而混合的涂料溶液涂覆(coating)或染色(dyeing)在各种表面上而形成。

[0037] 所述粘合剂可以包括DPHA (DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE (Polytetrafluoroethylene), PUA (Poly urethane acrylate), ETFE (Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF (Polyvinylidene fluoride), Acrylic类高分子, Polyester类高分子, Polyurethane类高分子中的至少一种粘合剂材料。

[0038] 所述粘合剂可以包括DPHA (DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE (Polytetrafluoroethylene), PUA (Poly urethane acrylate), ETFE (Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF (Polyvinylidene fluoride), Acrylic类高分子, Polyester类高分子, Polyurethane类高分子中的至少一种粘合剂材料。

[0039] 所述涂料涂层可以在与至少一种粘合剂材料的大气窗口(sky window)相当的波长范围基于红外线放射率来增加所述红外线放射率。

[0040] 所述涂料涂层是通过将所述纳米或微粒和所述粘合剂以x1的体积比混合而成的涂料溶液涂覆(coating)或染色(dyeing)在各种表面上而形成的,并且x可以具有0.2至2.5的范围。

[0041] 所述涂料涂层上还可以包括阻止异物渗透到涂料涂层的高分子保护层。

[0042] 所述涂料涂层的厚度可以形成在30 μm 至600 μm 的范围内。

[0043] 随着所述涂料涂层的所述厚度增加而反射率增加,并且透射率会降低。

[0044] 所述涂料涂层对垂直于红外线的基准线所述红外线形成以40°至70°的入射角入射时,可以具有0.6以上的红外线放射率可以。

[0045] 发明效果

[0046] 本发明可以提供一种如下如下特征的辐射冷却元件,该元件通过在各种表面形成具有优异辐射冷却性能的涂料涂层,可以将太阳光谱中的光吸收降至最低,同时,将辐射冷却物质下方的热量放射到外部,以冷却材料表面或材料下方的温度。

[0047] 本发明可以提供与现有涂料相比吸收的太阳光更少,并且在大气窗口中具有更高

的放射率,从而为辐射冷却元件提供具有优异辐射冷却性能的涂料涂层。

[0048] 本发明可以提供通过在刚性(rigid)或柔性(flexible)基板上形成涂料涂层来提供刚性(rigid)或柔性(flexible)的辐射冷却元件。

[0049] 本发明可以具有辐射冷却功能的涂料涂层形成在用于热交换的铜(铜)管表面或非平面基板(例如车顶)上而可以执行辐射冷却功能,并且通过染色布料(例如衣服料和雨伞表面)而提供辐射冷却功能。

[0050] 本发明可以提供一种具有疏水性的辐射冷却元件,因为该元件可以通过另外包括高分子保护层来防止水分和空气等外部物质渗透。

[0051] 本发明可以提供一种辐射冷却元件,该元件即使在太阳光照射的日间(day time)或在无太阳光照射的夜间(night time)也可以冷却到低于环境温度的环境温度而不消耗能量。

[0052] 本发明应用于建筑材料、玻璃、汽车材料、航空设备、节能数据中心、电子设备和太阳能电池等需要冷却的材料的外表面,以提供不消耗能量的冷却功能。

[0053] 本发明应用于可穿戴设备、衣服、鞋、雨伞等,以防止白天在太阳光下皮肤灼伤。

[0054] 本发明通过使用由化学稳定性和机械特性优异的陶瓷材料制成的基板,即使长时间暴露于外部环境,也能提供稳定的辐射冷却功能。

附图说明

[0055] 图1是显示根据本发明的一实施例的包括用纳米或微粒实现的涂料涂层的辐射冷却元件的图;

[0056] 图2A和图2B是显示根据本发明的一实施例的形成涂料涂层的纳米或微粒的核和壳结构的图;

[0057] 图3是说明根据本发明的一实施例的通过将针对每个波长的消光系数除以由纳米或微粒形成的薄膜的折射率而获得的比率的图;

[0058] 图4A至图4D是用于说明根据本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒的体积比的光学特性和冷却特性的图;

[0059] 图5A和图5B是用于说明根据本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒的体积比的每个角度的放射率的图;

[0060] 图6A至图6C是说明根据本发明的一实施例的根据涂料涂层的厚度变化的光学特性和冷却特性的图;

[0061] 图7A至图7C是用于说明根据本发明的一实施例的涂料涂层的各种图像的图;

[0062] 图8A和图8B是用于说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的光学特性及大气窗口内的每个角度的平均放射率的图;

[0063] 图9A至图9E是显示根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的冷却功率和冷却温度的图;

[0064] 图10A至图10F是用于说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的表面冷却测量实验的图;

[0065] 图11A至图11F是用于说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的水冷测量实验的图;

- [0066] 图12A和图12B是示出根据本发明的一实施例的形成有涂料涂层的各种表面的图；
- [0067] 图13A和图13B是用于说明根据本发明的一实施例的在其上形成有涂料涂层的可见光线图像和红外线图像之间的比较的图；
- [0068] 图14A和图14B是显示使用可以在其上施加根据本发明的一实施例的涂料涂层的各种表面的实验的图；
- [0069] 图15A和15B是显示使用各种表面的实验结果的图,该表面可以施加根据本发明的一实施例的涂料涂层；
- [0070] 图16A至图16E是用于说明根据用于形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的粘合剂的类型的光学特性和冷却特性的图；
- [0071] 图17是显示根据本发明的一实施例的涂料涂层的净冷却功率和冷却温度的图；
- [0072] 图18是显示根据本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒的体积比的光学特性的图；
- [0073] 图19A至图19D是用于说明根据本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒与粘合剂的比率的光学特性和冷却功率的图。
- [0074] 符号说明
- [0075] 100:辐射冷却元件110:涂料涂层

具体实施方式

- [0076] 在下文中,将参考附图描述本文中的各种实施例。
- [0077] 实施例及其所使用的术语并不旨在将本文中描述的技术限于特定的一实施例,应该理解为,包括相应实施例的各种修改、等同内容和/或替代内容。
- [0078] 在以下的各种实施例的说明中,如果能确定相关的已知功能或配置的具体说明可能会不必要地使本发明的主题晦涩难懂,则将省略其详细说明。
- [0079] 另外,稍后描述的术语是在各种实施例中考虑到功能而定义的术语,并且可以根据用户或操作者的意图或惯例而变化。因此,应基于整个说明书中的内容而进行定义。
- [0080] 结合附图的描述,相似的附图标记可以用于相似的元件。
- [0081] 除非上下文另外明确指出,否则单数表达可以包括复数表达。
- [0082] 在下文中,将参考附图描述本文件的各种实施例。
- [0083] 实施例和其中使用的术语无意将本文中描述的技术限于特定实施例,应该理解为,其包括相应实施例的各种修改、等同物和/或替代物。
- [0084] 以下,在各种实施例的描述中,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主题晦涩难懂,则将省略其详细描述。
- [0085] 另外,稍后描述的术语是考虑在各种实施例中的功能而定义的术语,并且可以根据用户或操作者的意图或习惯而变化。因此,应基于整个说明书中的内容进行定义。
- [0086] 结合附图的描述,相似的参照符号可以用于相似的构成要素。
- [0087] 除非上下文另外明确指出,否则单数表述可以包括复数表述。
- [0088] 在本文中,“A或B”或“A和/或B中的至少一个”的表述可以包括一起列出项目的所有可能的组合。
- [0089] 诸如“第一”、“第二”、“第一”或“第二”之类的表述可以描述相应构成要素,而不考

考虑顺序或重要性,并且用于区分一个构成要素与另一个构成要素,但不限制相应构成要素。

[0090] 当某一个(例如,第一)构成要素被描述为“(功能上或通信上)“连接”或“相连”到另一个(例如,第二)构成要素时,所述一个构成要素可以直接连接到另一个构成要素,或者可以通过另一个构成要素(例如,第三构成要素)而连接。

[0091] 在本说明书中,“为了~而构成的(或被设定的)(configured to)”,其根据情况,可以以硬件或软件的方式与“适合~的”、“具备~的能力”、“变更为~的”、“制成~的”“可以做~的”、“设计成~的”相互替换地(interchangeably)使用。

[0092] 在某些情况下,“设备构成为~”的表述可以表示该设备“可以”与其他设备或部件一起使用。

[0093] 例如,“构成(或设定)为执行A,B和C的处理器”,其可以表示用于执行相应操作的专用处理器(例如,嵌入式处理器),或者执行存储于存储设备中的一个以上的软件程序而能够执行相应操作的通用处理器(例如,CPU或应用程序处理器)。

[0094] 另外,术语“或者”比起异或‘exclusive or’而更表示或‘inclusive or’。

[0095] 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’这种表述方式表示自然包含性排列(natural inclusive permutations)中的任何一种。

[0096] 下文中使用的诸如“..单”和“..组”的术语是指执行至少一个功能或操作的单元,其可以通过硬件方式或软件方式或硬件方式和软件方式的结合来实现

[0097] 图1是说明根据本发明的一实施例的包括用纳米或微粒实现的涂料涂层的辐射冷却元件的图。

[0098] 参照图1,根据本发明的一实施例,辐射冷却元件100包括涂料涂层110。

[0099] 作为一例,辐射冷却元件100可以是涂覆有涂料涂层110的基板。例如,基板可以被称为各种表面。。

[0100] 换句话说,辐射冷却元件100可以具有通过在基板上涂覆辐射冷却涂料而形成涂料涂层110的结构。

[0101] 根据本发明的一实施例,如果实现辐射冷却元件100在实现即使在太阳照射的日间(day time)或太阳不照射夜间(night time),在不消耗能量情况下也冷却至环境温度的辐射冷却元件,就可以应用于建筑物和汽车等需要冷却的材料的外表面,并且可以在不消耗能量的情况下执行冷却功能。

[0102] 作为一例,辐射冷却元件100使用的纳米或微粒材料具有高带隙能量,因此,与使用TiO₂的现有涂料不同,其几乎不吸收紫外线附近的可见光线区域中的太阳光。

[0103] 另外,由于辐射冷却元件100存在在大气窗口中各自具有部分地放射率高的区间,所以大气窗中的放射率也可以更高。

[0104] 另外,形成包括在辐射冷却元件100中的涂料涂层110的材料基本上是廉价而丰富的材料,并且可以进行固溶处理,像基于高分子的辐射冷却设备一样,可以进行低成本和大面积工艺。

[0105] 根据本发明的一实施例,涂料涂层将在相当于大气窗口的波长范围考虑红外线放射率和对入射阳光的反射率而机械地连接已确定粒径和组成的纳米或微粒及所述纳米或微粒的表面的粘合剂混合在溶剂中的粘合剂的涂料溶液涂覆或染色在各种表面上之后而形成。

[0106] 作为一例,纳米或微粒可以包括 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHP0_4 , Ta_2O_5 , AlN , LiF , MgF_2 , H_2O_2 和 BaSO_4 中至少一种纳米或微粒材料和所述至少一种纳米或微粒材料混合的混合物。

[0107] 根据本发明的一实施例,涂料涂层110可以确定为使每个纳米或微粒的红外放射率和反射率重叠,以改善红外放射率和反射率。

[0108] 作为一例,涂料涂层110通过将以1:0、3:1、1:1、1:3和0:1中任意一种体积比混合纳米或微粒粉末的涂料溶液在各种表面上涂覆而形成。

[0109] 这里,纳米或微粒粉末可以在涂料溶液中将三种或四种不同类型的纳米或微粒材料以多样的体积比混合而形成。

[0110] 例如,在涂料溶液中混合 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 的纳米或微粒粉末的情况下, SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 纳米或微粒粉末可以以1:1:1:1、1:2:0:1和1:0:3:1等各种体积比混合。

[0111] 另外,将核是 SiO_2 且壳以 Al_2O_3 构成的纳米或微粒粉末和,核为 CaCO_3 并壳以 CaSO_4 构成的纳米或微粒粉末以1:0、3:1、1:1、1:3和0:1中任一个体积比混合而可以制造涂料溶液。

[0112] 根据本发明的一实施例,粘合剂可包括DPHA (DiPentaerythritol HexaAcrylate), PTFE (Polytetrafluoroethylene), PUA (Poly urethane acrylate), ETFE (Ethylene Tetra fluoro Ethylene), PVDF (Polyvinylidene fluoride), Acrylic类高分子, Polyester类高分子, Polyurethane类高分子中的至少一种粘合剂材料。

[0113] 作为一例,涂料涂层110可以在与至少一种粘合剂材料的大气窗口的波长范围基于红外放射率来增加红外放射率。

[0114] 根据本发明的一实施例,涂料涂层110可以讲通过纳米颗粒或纳米颗粒和粘合剂以x:1的体积比混合而成的涂料溶液涂覆或染色在表面上来形成涂料涂层110。在此,x可以在0.2至2.5的范围内。

[0115] 例如,各种表面可以包括木制表面、玻璃表面、金属基板表、面伞表面,房屋模型表面和布料表面中的至少一个。

[0116] 例如,根据本发明的一实施例,辐射冷却元件100可以另外将高分子保护层(未图示)形成在涂料涂层110上以阻挡异物的渗透。

[0117] 作为一例,涂料涂层110的厚度可以是30 μm 至650 μm ,并且随着厚度的增加,反射率可以增加而透射率可以减小。

[0118] 根据本发明的一实施例,涂料涂层110涂料溶液通过旋涂、棒涂、喷涂、刮刀涂、刀片涂中至少一个工艺在各种表面上涂覆(coating)或染色(dyeing)而形成。

[0119] 例如,根据本发明的一实施例的涂料溶液,通过对具有高带隙能量的大气窗口波长范围的8到13 μm 范围内的长波长红外线部分地放射率高的各种类型的纳米或微粒的大小(粒径)和组成被任意调整而在大气窗口的波长范围的整个范围内具有高吸收率(放射率),并且通过混合粘合剂材料机械地连接各种类型的纳米或微粒表面之后将其分散在溶剂中来制成。

[0120] 当将粘合剂材料添加到混合纳米或微粒中时,由于通过连接纳米或微粒之间来增加纳米或微粒之间的粘附力,因此耐久性可以被增加。

[0121] 就光学特性而言,由于具有高折射率的纳米或微粒与具有低折射率的聚合物粘合

剂材料的界面之间的散射,太阳光的反射会被增强。

[0122] 另外,聚合物粘合剂材料还可以通过在大气窗口中具有消光系数来有助于具有高放射率的涂料层。

[0123] 根据本发明的一实施例,与现有涂料相比,涂料涂层110吸收更少的太阳光,并且在大气窗口的波长范围内具有相对较高的放射率,从而表现出优异的辐射冷却性能。

[0124] 此外,辐射冷却元件100可以根据另外添加添加剂来改变粘附性、表面性质和外部电阻。

[0125] 本发明提供一种如下如下特征的辐射冷却元件,该元件通过形成具有优异辐射冷却性能的涂料涂层,可以将太阳光谱中的光吸收降至最低,同时,将辐射冷却物质下方的热量放射到外部,以冷却材料表面或材料下方的温度。

[0126] 另外,发明的提供与现有涂料相比吸收的太阳光更少,并且在大气窗口中具有更高的放射率,从而为辐射冷却元件提供具有优异辐射冷却性能的涂料涂层。

[0127] 另外,本发明提供通过在刚性(rigid)或柔性(flexible)基板上形成涂料涂层来提供刚性(rigid)或柔性(flexible)的辐射冷却元件。

[0128] 另外,在本发明中,甚至在用于热交换的铜(铜)管的表面上或在如车顶的非平面基板上形成具有辐射冷却功能的涂料涂层,以可以执行辐射冷却功能,并且也可以通过染色向布料和雨伞表面等织物材料提供辐射冷却功能。

[0129] 本发明可以提供具有疏水性的辐射冷却元件,因为其可以通过另外包括聚合物保护层来防止诸如水分和空气的外部物质渗透。

[0130] 图2A和图2B是说明根据本发明的一实施例的形成涂料涂层的纳米或微粒的核和壳结构的图。

[0131] 参照图2A,根据本发明的一实施例的用于形成涂料涂层的涂料中的纳米或微粒200可以具有核201和壳202结构。

[0132] 作为一例,形成核201和壳202的材料可以包括 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN , LiF , MgF_2 , H_2O 和 BaSO_4 。

[0133] 根据本发明的一实施例,核201和壳202可以由相互不同的材料形成,并且可以彼此具有协同效果的组合形成。

[0134] 例如,核201是 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN , LiF , MgF_2 , H_2O 和 BaSO_4 中的任一种的材料,而壳202是 SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , c-BN, ZrO_2 , MgHPO_4 , Ta_2O_5 , AlN , LiF , MgF_2 , H_2O 和 BaSO_4 中的任何一种,并且可以与聚合物一起以涂料形态制造。

[0135] 作为一例,根据本发明的一实施例,纳米或微粒由核201和壳202形成,并且形成核201的纳米或微粒材料和形成壳202的纳米或微粒材料可以由不同的材料形成。

[0136] 确定所组成,以使形成所述核201的纳米或微粒材料与形成所述壳202的纳米或微粒材料由相互不同的材料制成,形成所述核的纳米或微粒材料的红外线放射率和反射率与形成所述壳的纳米或微粒的红外线放射率和反射率,在相对于大气窗口的波长范围,与入射太阳光的红外线放射率和反射率相应地进行彼此补充。

[0137] 参照图2B,根据本发明的一实施例的用于形成涂料涂层的涂料中的纳米或微粒210具有核211和壳212结构。

[0138] 根据本发明的一实施例,可以调节纳米或微粒210的壳212的厚度之后,根据相当

于大气窗口 (sky window) 的波长范围和入射太阳光的波长范围之间的折射率差来控制反射特性、吸收特性和透射特性中的至少一项。

[0139] 例如,当纳米或微粒210的壳212的厚度增加时,涂料涂层的厚度也可以增加。

[0140] 图3是说明根据本发明的一实施例的通过将针对每个波长的消光系数除以由纳米或微粒形成的薄膜的折射率而获得的比率的图。

[0141] 图3示出根据本发明的一实施例的在纳米或微粒中通过将每个波长带的消光系数除以由 Al_2O_3 和 SiO_2 形成的薄膜的折射率而获得的比率。

[0142] 参照图3的图表300,图表300表示每个波长的比率(k/n),图表301表示 Al_2O_3 ,图表302表示 SiO_2 。

[0143] 曲线301和曲线302上的点303可以显示互补的放射特性。

[0144] 曲线301在 $12\mu\text{m}$ 之后,曲线302在8至 $10\mu\text{m}$ 高,因此曲线301在 $12\mu\text{m}$ 之后辐射,并且曲线302显示出8至 $10\mu\text{m}$ 的辐射特性。

[0145] 因此,当混合 Al_2O_3 和 SiO_2 时,这些辐射特性被叠加,从而在大气的窗口区域中可以具有高放射率。

[0146] 可以基于以下[公式1]来得出上述辐射特性。

[0147] [公式1]

$$[0148] \quad R = \frac{(n_0 - n_1)^2 + k_1^2}{(n_0 + n_1)^2 + k_1^2}$$

[0149] 在[公式1]中, R 可以表示反射率, n_0 可以表示空气的折射率, n_1 可以表示介质的折射率, k 可以表示材料的消光系数。

[0150] 纳米和微粒对薄膜的每个波长的折射率和消光系数也具有相似的倾向性,因此,其组成和粒径得到优化的这些材料的混合物可以在整个大气窗口中产生高放射率。

[0151] 据此,根据本发明的一实施例的辐射冷却元件可以在大气窗口的整个区间具有高放射率。

[0152] 例如,由于材料丰富、涂覆工艺简单(例如刮刀涂覆和滴铸),因此为了实现在整个大气透明窗口中实现良好放射率的工艺在制造和材料成本方面很经济实惠。

[0153] 图4A至图4D是用于说明根据本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒的体积比的光学特性和冷却特性的视图。

[0154] 图4A至图4C示例当根据本发明的一实施例的涂料涂层的厚度为 $250\mu\text{m}$ 时,光学性质根据 Al_2O_3 和 SiO_2 的体积比变化而变化。

[0155] 图4A至图4D是用于说明根据本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒的体积比的光学特性和冷却特性的图。

[0156] 图4A至图4C显示当根据本发明的一实施例的涂料涂层的厚度为 $250\mu\text{m}$ 时,光学特性根据 Al_2O_3 和 SiO_2 的体积比变化而变化。

[0157] 另一方面,图4D显示当根据本发明的一实施例的涂料涂层的厚度为 $250\mu\text{m}$ 时,根据 Al_2O_3 和 SiO_2 的体积比的变化冷却特性。

[0158] 参照图4A的图表400,在根据本发明的一实施例的形成涂料涂层的纳米或微粒中, Al_2O_3 和 SiO_2 的比率为0:1、0.5:0.5和1:0的情况下,每个波长的吸收率/放射率的变化。

[0159] 可以确认, Al_2O_3 和 SiO_2 比率相当于1:1的0.5:0.5的曲线在大气窗口的波长范围内

具有均匀的高吸收率/放射率。

[0160] 图4B的图表410显示在根据本发明的一实施例的形成涂料涂层的纳米或微粒中, Al_2O_3 和 SiO_2 的比率为0:1、0.5:0.5和1:0的情况下的每个波长的反射率(reflectance)变化。

[0161] 可以确认, Al_2O_3 和 SiO_2 比率相当于1:1的0.5:0.5的曲线在大气窗口的波长范围内具有均匀的高反射率。

[0162] 图4C的图表420显示在根据本发明的一实施例的形成涂料涂层的纳米或微粒中, Al_2O_3 和 SiO_2 的比率为0:1、0.5:0.5和1:0时的情况下的反射率和透射率(transmittance)的变化。

[0163] 当同时考虑反射率和透射率时, Al_2O_3 和 SiO_2 比率0.5:0.5可以有效。

[0164] 参照图4D的图表430,当仅存在 Al_2O_3 时,太阳光反射率和透射率相似于0.5:0.5的体积比,但是由于在 $12\mu\text{m}$ 范围内的低放射率而辐射冷却功率低于0.5:0.5的体积比。例如,0.5:0.5等于1:1。

[0165] 另外,如果仅存在 SiO_2 ,则根据作为相对的折射材料的 SiO_2 的特性而太阳光的反射率小且辐射冷却功率小。

[0166] 可以确认,在以0.5:0.5的体积比混合的根据本发明的一实施例的涂料的情况下,对太阳光的反射率高,透射率低,并且辐射冷却功率也最高。

[0167] 图5A和图5B是用于说明根据形成本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒的体积比的每个角度的放射率的图。

[0168] 图5A示例说明根据本发明的一实施例的用于形成涂料涂层的涂料中的纳米或微粒中的 Al_2O_3 和 SiO_2 的比率为0.5:0.5的情况。

[0169] 另一方面,图5B示例说明根据本发明的一实施例的用于形成涂料涂层的涂料中的纳米或微粒中的 Al_2O_3 和 SiO_2 的比率为1:0的情况。

[0170] 图5A的图表500和图5B的图表510可以表示每个波长在太阳光的入射角放射率的变化。在此,入射角可以是红外线的入射角。

[0171] 例如,为了获得出色的辐射冷却性能,每个角度的放射率也必须保持较高。

[0172] 图表510, $12\mu\text{m}$ 之后的放射率低,并且在高角度放射率非常低而不能很好地保持放射率。

[0173] 另一方面,在图表500, $12\mu\text{m}$ 之后的发射率高,并且在高角度下,发射率保持高发射率。

[0174] 因此,可以看出,相当于图表500的涂料涂层的情况更好地散发辐射热。

[0175] 图6A至图6C是说明根据本发明的一实施例的根据涂料涂层的厚度变化的光学特性和冷却特性的图。

[0176] 在图6A至6C中,涂料涂层的厚度为 $50\mu\text{m}$, $100\mu\text{m}$, $150\mu\text{m}$, $200\mu\text{m}$ 和 $250\mu\text{m}$,并且涂料涂层示出涂覆在玻璃表面的实施例。

[0177] 优选地,涂料涂层的厚度可以形成为 $30\mu\text{m}$ 至 $600\mu\text{m}$ 。

[0178] 根据本发明的一实施例,图6A显示,在 Al_2O_3 和 SiO_2 的比率为1:1情况下,根据使用由 Al_2O_3 和 SiO_2 的混合物和粘合剂比率为2:1的涂料而形成的涂料涂层的厚度变化的每个波长的吸收率/放射率的变化。在此,混合物与粘合剂的比例为x:1,x可以在0.2~2.5的范围

内变化。

[0179] 根据本发明的一实施例,图6B显示,在使用 Al_2O_3 和 SiO_2 的比率为2:1情况下,根据使用由2:1的 Al_2O_3 和 SiO_2 的混合物和粘合剂的涂料而形成的涂料涂层的厚度变化的每个波长的反射率的变化。

[0180] 根据本发明的一实施例,图6C显示,在根据本发明的一实施例 Al_2O_3 与 SiO_2 的比率为1:1的情况下,根据使用具有 Al_2O_3 和 SiO_2 的混合物且粘合剂比率为2:1的涂料而形成的涂料涂层的厚度变化的反射率和透射率的变化。

[0181] 在图6A至图6C中,涂料涂层的厚度为 $50\mu\text{m}$, $100\mu\text{m}$, $150\mu\text{m}$, $200\mu\text{m}$ 和 $250\mu\text{m}$,并且涂料涂层被涂覆在玻璃表面上。

[0182] 参照图6A的图表600,根据厚度变化的吸收率/放射率变化是相似的。

[0183] 参照图6B的图表610,反射率随着厚度增加而增加。

[0184] 参照图6C的图表620,对太阳光的反射率增加而透射率减小。

[0185] 图7A至图7C是用于说明根据本发明的一实施例的涂料涂层的各种图像的附图。

[0186] 参照图6A的图表600,根据厚度变化的吸收率/放射率变化是相似的。

[0187] 参照图6B的图表610,反射率随着厚度增加而增加。

[0188] 参照图6C的图表620,对太阳光的反射率增加而透射率减小。

[0189] 图7A至图7C是用于说明根据本发明的一实施例的涂料涂层的各种图像的附图。

[0190] 图7A示出根据本发明一实施例的涂料涂层的平面的扫描显微镜图像,图7B示出根据本发明一实施例的涂料涂层的断层扫描表面的扫描显微镜图像。

[0191] 图7C示例说明形成具有高漫反射率的亚光白色外观的板的图像。

[0192] 参照图7A的图像700和图7B的图像710, Al_2O_3 和 SiO_2 颗粒与在颗粒之间用作粘合剂材料的UV固化DPHA粘合剂的载体牢固结合在一起。

[0193] 参照图7C的图像720,可以确认,与包括金属镜面层的PDRC (passive daytime radiative cooling) 结构相比,哑光白对于有效反射太阳光并减少眼睛疲劳非常重要

[0194] 可以看出,图像720具有无光泽的白色而不是诸如镜子的银色表面。

[0195] 图像720可以显示形成有传统的白色涂膜的图像,该图像是与根据本发明的一实施例的涂料涂层中使用的涂料相比的比较对象。

[0196] 在图7A的图像700和图7B的图像710中,在 Al_2O_3 和 SiO_2 比率为1:1的情况下,涂料涂层可以是使用 Al_2O_3 和 SiO_2 的混合物及粘合剂比率为2:1的涂料形成的涂料涂层。

[0197] 图8A和图8B是用于说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的光学特性及大气窗口内的每个角度的平均放射率的图。

[0198] 图8A是与根据现有技术的白色涂料和根据本发明的一实施例的涂料的辐射冷却性能有关的光学性质的比较。

[0199] 参考图8A的图表800,根据现有技术的白色涂料相当于曲线801,并且根据本发明的一实施例的涂料相当于曲线802。

[0200] 图8B是针对大气窗口中的每个角度的根据现有技术的白色涂料和根据本发明的一实施例的涂料的平均放射率的比较。

[0201] 参照图8B的图表810,根据现有技术的白色涂料相当于指示点811,并且根据本发明的一实施例的涂料相当于指示点812。

[0202] 当比较根据本发明的一实施例的涂料和白色涂料的光学特性时,由于高带隙能量和光散射,根据本发明的一实施例的涂料在UV-近可见光线区域和NIR区域中比现有白色涂料太阳光吸收少。

[0203] 另外,在根据本发明的一实施例的涂料的平均大气窗口放射率也为93.5%的情况下,测量结果为,高于现有白色涂料的92.6%,从而可以确认,每个角度的平均放射率根据本发明的一实施例的涂料更优异。

[0204] 更具体而言,由 TiO_2 颗粒和能够进行近红外波段吸收的丙烯酸粘合剂构成的现有白色涂料在0.112的太阳光重量吸收和大气透明度窗显示出0.924的平均放射率。

[0205] 另一方面,由于 Al_2O_3 和 SiO_2 颗粒及DPHA的平衡的组成和厚度,根据本发明的一实施例的涂料表现出极低的太阳吸收率0.041和高的平均放射率0.935。

[0206] 图9A至图9E是用于说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的放射线冷却元件的冷却功率和冷却温度的视图。

[0207] 另外,与现有的白色涂料相比,根据本发明的一实施例的涂料在由 Al_2O_3 和 SiO_2 颗粒的谐波引起的角度表现出强的辐射特性,从而在60度的入射角得到0.8的高结果。

[0208] 图9A至图9E是用于说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的冷却功率和冷却温度的图。

[0209] 图9A显示根据本发明的一实施例的用于形成涂料涂层的涂料的净冷却功率与环境温度的比较及根据现有技术的白色涂料的净冷却功率与环境温度的比较。在下面的描述中,为了便于描述,将根据本发明的一实施例的用于形成涂料涂层的涂料称为辐射冷却涂料。

[0210] 图9B显示根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料和根据现有技术的白色涂料的冷却温度与环境温度的比较。

[0211] 图9C显示根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料和根据现有技术的白色涂料的冷却温度与传热系数的比较。

[0212] 图9D显示根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料和根据现有技术的白色涂料的净冷却功率与太阳通量的比较。

[0213] 图9E是根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料和根据现有技术的白色涂料的冷却温度与太阳通量的比较。

[0214] 共同地,图9A至图9E的图表,示例说明在中纬度夏季和空气质量(AM)为1.5的情况下,根据现有技术的辐射冷却涂料和白色涂料的温度变化的测量结果,从而与根据现有技术的白色涂料相比,本发明的辐射冷却涂料显示出优异的辐射冷却性能。

[0215] 参照图9A的图表900,曲线901和曲线902显示将根据现有技术的白色涂料的净冷却功率的变化根据环境温度的变化而显示,并且曲线903和曲线904将根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料的净冷却功率的变化根据环境温度的变化而显示

[0216] 参照图9B的曲线图910,曲线911和曲线912表示根据环境温度的变化的根据现有技术的白色涂料的冷却温度的变化,曲线913和曲线914表示根据环境温度的变化的根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料的冷却温度的变化。

[0217] 参照图9C的图表920,曲线921和曲线922将根据现有技术的白色涂料的冷却温度变化根据传热系数而显示,并且曲线923和曲线(924)将根据本发明的一实施例的辐射冷却

涂料的冷却温度变化根据传热系数而显示。

[0218] 参照图9D的图表930,曲线931和932显示根据现有技术的白色涂料根据太阳通量(solar flux)的净冷却功率变化,曲线933和曲线934显示根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料的净冷却功率根据太阳通量的变化。

[0219] 参照图9E的图表940,图线941和图线942显示根据现有技术的白色涂料根据太阳通量(solar flux)的冷却温度变化,曲线933和曲线934显示根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料根据太阳通量(solar flux)的冷却温度的变化。

[0220] 具体地,参考图9A至图9E的图表,与根据现有技术的白色涂料相比,根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料在所有条件下具有更高的净冷却功率和更低的环境温度。

[0221] 可以确认的是,根据现有技术的白色涂料与根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料之间的净冷却功率和环境温度的这种差异主要发生在太阳吸收率的值上。

[0222] 据此,根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料在夏天比冬天可以提供更好的辐射冷却性能。

[0223] 可以使用辐射功率(Prad)待机放射功率(Patm),太阳吸收功率(Psun)以及由于传导和对流引起的功率损耗来得出上述净冷却功率。

[0224] 辐射功率(Prad)是从辐射冷却元件的表面放射的半球形辐射功率,并且可以基于以下[公式2]来计算。

[0225] [公式2]

$$[0226] \quad P_{rad}(T) = \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\infty} I_{BB}(T, \lambda) \epsilon(\lambda, \theta) \cos \theta \sin \theta d\lambda d\theta d\varphi$$

[0227] 在[公式2]中,IBB可以表示黑体辐射强度,并且T可以表示温度。

[0228] 例如,待机放射功率(Patm)是由于辐射冷却元件吸收大气辐射而引起的功率损耗,并且可以基于以下[公式3]来计算。

[0229] [公式3]

$$[0230] \quad P_{atm}(T_{atm}) = \int_0^{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{\infty} I_{BB}(T_{atm}, \lambda) \epsilon(\lambda, \theta) \epsilon_{atm}(\lambda, \theta) \cos \theta \sin \theta d\lambda d\theta d\varphi$$

[0231] 在[公式3]中,IBB可以代表黑体辐射强度,而Tatm可以代表环境温度。

[0232] 例如,太阳吸收功率Psun是由于辐射冷却元件的太阳吸收引起的功率损耗,并且可以基于以下[公式4]来计算。

[0233] [公式4]

$$[0234] \quad P_{sun} = \int_0^{\infty} I_{AM1.5}(\lambda) \epsilon(\lambda, \theta) d\lambda$$

[0235] 在[公式4]中,IAM1.5可以代表太阳密度条件,并且AM1.5可以代表空气层的空气重量1.5倍的。

[0236] 例如,基于能量守恒定律,净冷却功率(Pnet)可以由下面的[公式5]表示。

[0237] [公式5]

$$[0238] \quad P_{net}(T) = P_{rad}(T) - P_{atm}(T_{atm}) - P_{sun} - P_{non-rad}$$

[0239] 在[公式5]中,Pnet可以代表净冷却功率,Prad可以代表辐射功率,Patm可以代表待机放射功率,

[0240] P_{sun} 可以指太阳吸收的功率, $P_{\text{non-rad}}$ 可以表示由于传导和对流引起的功率损耗。

[0241] 换句话说,参照图9A至图9E,根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料具有比根据现有技术的白色涂料的冷却温度低至少4度的冷却温度。

[0242] 这种差异主要归因于太阳能吸收,这表明随着太阳能功率的增加,辐射冷却涂料的性能要优于现有的白色涂料,因此辐射冷却性能相对优异。

[0243] 图10A至图10F是用于说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的表面冷却测量实验的图。

[0244] 图10A是用于示例说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的表面冷却测量实验的示意图。

[0245] 参照图10A,在表面冷却测量实验环境1000中,透明丙烯酸板1002位于木框1001之间,聚苯乙烯(1003)位于透明的丙烯酸(1002)板上,将样品1004放置在聚苯乙烯1003上,并且将样品1004的聚苯乙烯1003通过温度计1005结合。

[0246] 在内部,存在温度计1006,覆盖有低密度聚苯乙烯1007,并且铝帘1008具有固定的形状。

[0247] 温度计1005测量辐射冷却元件下部的温度,温度计1006测量空气中的温度。

[0248] 图10B显示根据本发明的一实施例的用于形成漆膜层的涂料和现有白色涂料及空气中的温度变化和太阳通量(solar flux)的变化

[0249] 参照图10B的图表1010,显示白色涂料的常规曲线1011和显示空气的曲线1013随时间温度升高,曲线1011的温度升高幅较大。

[0250] 另一方面,显示根据本发明一实施例的涂料的曲线1012具有随时间变化的相对较小的温度升高幅,并且相比于曲线1011和曲线1013温度低。即,根据本发明的一实施例的涂料具有冷却性能。

[0251] 图10C仅比较根据本发明的一实施例的用于形成漆膜层的涂料和现有白色涂料之间的温度变化。

[0252] 参照图10C的图表1020,显示现有白色涂料的曲线1021显示加热(heating)效果,根据本发明的一实施例的显示涂料的曲线1022显示冷却(cooling)效果。

[0253] 图10D显示根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的表面冷却测量实验中的湿度和风强度。

[0254] 图10E显示在根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的表面冷却测量实验中的露点温度的变化。

[0255] 参照图10D的图表1030,湿度具有60%至45%的范围,并且风速的变化不大。

[0256] 参照图10E的图表1040,露点温度随时间降低。

[0257] 图10F示例说明在表面冷却测量实验1050的外部环境中根据本发明的一实施例的涂覆有白色涂料的样品1051和涂覆有涂料的样品1052,并且右上方示例说明实验外部环境中的天空图像。

[0258] 具体来说,由于样品是在10:00之后暴露的,因此在11:00和13:00之间测得的温度值用于查找平均和最小温度变化。

[0259] 云遮挡太阳通量的瞬间,样品1051的最小温度变化(ΔT)为 -2.1°C ,即使在有害于

PDRC的高露点,以显着的PDRC作用样品1052保持在环境温度以下,对平均和最小温度变化(ΔT)分别显示5.6°C和8.8°C的温度下降。

[0260] 据此,本发明可以提供一种辐射冷却元件,该辐射冷却元件即使在太阳照射时或太阳不照射时也可以在不消耗能量的情况下冷却至低于环境温度的环境温度。

[0261] 图11A至图11F是用于说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的放射线冷却装置的水冷测量实验的图。

[0262] 图11A是示例说明根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却装置的水冷测量实验的示意图。

[0263] 参照图11A,在水冷测量实验环境1100中,水1102位于聚苯乙烯1101内部,铝板1103位于水1102上,将根据一个实施例的涂料涂覆在本发明的一实施例的铝1103上1104。例如,根据本发明的一实施例的涂料可以被称为辐射冷却涂料,并且在下面的描述中,称其为辐射冷却涂料。

[0264] 水1102具有约10nm的深度,并且放置温度计1105。

[0265] 铝板1103具有约1nm的厚度,辐射冷却涂料1104被涂覆成微米的厚度,并且空气中的温度由温度计1106测量。

[0266] 图11B显示根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料和现有白色涂料以及空气中的温度和太阳通量(solar flux)的变化。

[0267] 参照图11B的图表1110,显示现有白色涂料的曲线1111和显示空气的曲线1113随时间温度升高。

[0268] 另一方面,显示根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料的曲线1112具有随时间的相对较小幅的温度升高,并且具有比曲线1111和曲线1113更低的温度。即,根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料具有冷却性能。

[0269] 图11C仅比较根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料和现有白色涂料之间的温度变化。

[0270] 图11C的图表1120中,现有白色涂料的曲线1121显示出加热效果,并且根据本发明的一实施例的涂料的曲线1122显示冷却(冷却)效果。

[0271] 图11D显示根据本发明一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的水冷测量实验中的湿度和风强度。

[0272] 图11E显示在根据本发明的一实施例的包括涂料涂层的辐射冷却元件的水冷测量实验中的露点温度的变化。

[0273] 参照图11D的图表1130,湿度具有60%至45%的范围,并且风速的变化不大。

[0274] 参照图11E的图表1140,露点温度随时间降低。

[0275] 图11F显示在水冷测量实验外部环境1150中,根据本发明的一实施例的涂覆有白色涂料的样品1151和涂覆有涂料的样品1152,并且右侧上端显示实验外部环境下的天空图像。

[0276] 具体而言,在水冷测量实验中,样品1151和样品1152在10:00暴露于天空。

[0277] 在多云的天气和低的太阳通量的情况下,根据现有技术的白色涂料对于平均和最小温度变化(ΔT)基本上分别显示出0.3°C和-1.3°C的环境温度差。

[0278] 然而,对于本发明的一实施例的辐射冷却涂料,即使在多云的天气下,平均PDRC也

小于平均PDRC,即,对平均和最小温度变化(ΔT)分别显示为-3.4℃和-6.2℃。

[0279] 图12A和图12B是说明根据本发明的一实施例的形成有涂料涂层的各种表面的图。

[0280] 图12A示例说明根据本发明的一实施例的涂料涂层沉积在木材上的图像,图12B示例说明根据本发明的一实施例的涂料涂层在铜板上的图像。

[0281] 参照图12A的图像1200和图12B的图像1210,根据本发明的一实施例的涂料涂层良好地形成在木材和金属基板上。

[0282] 即,根据本发明的一实施例的涂料涂层可以被涂覆在各种表面上。

[0283] 图13A和图13B是用于说明根据本发明的一实施例的形成有涂料涂层的可见光线图像和红外线图像之间的比较的图。

[0284] 图13A示例说明以预定图案形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的可见光线图像,图13B示例说明以预定图案形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的红外线图像。

[0285] 参照图13A的图像1300和图13B的图像1310,由于根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料在以KU形状图案化的铜基板上具有高放射率,因此KU是清晰可见的。

[0286] 即,图像1300是可见光线图像,并且难以看到KU的形状,但是图像1310是红外线图像,并且KU形状部分被冷却,使得通过红外线照相机将KU形状部分清晰可见为红外线图像。

[0287] 因此,通过观察图像1310,可以确认本发明的辐射冷却涂料具有优异的放射率。

[0288] 图14A和图14B是用于说明使用可以在施加根据本发明的一实施例的涂料涂层的各种表面的实验的图。

[0289] 图14A示例说明在根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料和根据现有技术的白色涂料涂覆或染色后的房屋模型和雨伞的图像。

[0290] 图14B示例说明在房屋模型或雨伞上涂覆根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料和根据现有技术的白色涂料之后的红外线图像。

[0291] 参照图14A,房屋模型图像1400包括涂覆有白色涂料的房屋模型图像1401和涂覆有辐射冷却涂料的房屋模型图像1402。

[0292] 此外,雨伞图像1410包括用白色涂料染色的伞图像1411和用辐射冷却涂料染色的雨伞图像1412。

[0293] 参照房屋模型图像1400和雨伞图像1410,可以从相关图像类似地进行确认。

[0294] 参照图14B,房屋模型红外线图像1420包括涂覆有白色涂料的房屋模型红外线图像1421和涂覆有辐射冷却涂料的房屋模型红外线图像1422。

[0295] 另外,伞形红外线图像1430包括用白色涂料染色的雨伞形红外线图像1431和用辐射冷却涂料染色的雨伞形红外线图像1432。

[0296] 参照房屋模型红外线图像1420,相比于房屋模型红外线图像1422在房屋模型红外线图像1421测定的温度低约8℃。

[0297] 另一方面,参考雨伞红外线图像1430,相比于雨伞红外线图像1432中在雨伞红外线图像1431测定的温度低约4℃。

[0298] 即,根据本发明的一实施例,使用根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料形成的本发明的涂料涂层的辐射冷却性能优于根据现有技术的白色涂料。

[0299] 根据实验结果的平均温度变化可一总结如下表1所示。这里,平均温度变化可以是从小温度变化中排除最大温度变化的值。

[0300] [表1]

[0301]		白色涂料(°C)	辐射冷却涂料(°C)
	房屋模型	-0.6(-0.8-2.2)	-1.8(-3.2-0)
	雨伞	2.3(-2.8-8.8)	-1.6(-4.8-2.25)

[0302] 图15A和图15B是说明使用可以施加根据本发明一实施例的涂料涂层各种表面的实验结果的图。

[0303] 图15A示例说明使用图14B所述的房屋模型的实验结果,图15B示例说明使用图14B所述的雨伞的实验结果。

[0304] 图15A的图表1500显示温度变化和太阳通量随时间变化,图表1501显示现有白色涂料,图表1502显示本发明的辐射冷却涂料,并且曲线1503显示环境空气。

[0305] 另一方面,图15B的图表1510显示将温度变化和太阳通量随时间变化,曲线1511显示现有白色涂料,并且曲线1512显示本发明的辐射冷却涂料,而曲线1513显示环境空气。

[0306] 根据图15A的图表1500和图15B的图表1510,以根据本发明的一实施例环境空气温度为基准,显示本发明的辐射冷却涂料显示冷却效果,相反,现有技术的白色涂料温度升高。

[0307] 即,与现有技术的白色涂料相比,根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料具有优异的辐射冷却性能。

[0308] 据此,本发明应用于建筑材料、玻璃、汽车材料、航空设备、节能数据中心、电子设备和太阳能电池等需要冷却的材料的外表面,以提供不消耗能量的冷却功能。

[0309] 本发明应用于可穿戴设备、衣服、鞋、雨伞等,以防止白天在太阳光下皮肤灼伤。

[0310] 本发明由于使用由化学稳定性和机械特性优异的陶瓷材料构成的基板,因此即使长时间暴露于外部环境也可以提供稳定的辐射冷却功能。

[0311] 图16A至图16E是用于说明根据用于形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的粘合剂的类型的光学特性和冷却特性的图。

[0312] 图16A至图16C显示根据本发明的一实施例的用于形成涂料涂层的粘合剂的光学特性。

[0313] 另一方面,图16D显示根据本发明的一实施例的根据用于形成涂料涂层的粘合剂的冷却特性。

[0314] 接下来,图16E显示根据本发明的一实施例的用于形成涂料涂层的粘合剂对于太阳光的每个入射角的放射率。在此,入射角可能与太阳光中的红外线有关。

[0315] 在图16A至图16E中根据本发明的一实施例的涂料涂层在粘合剂的类型方面有所差异,纳米或微粒的体积比 Al_2O_3 与 SiO_2 比例相当于相当于1:1,并且假定厚度为 $250\mu\text{m}$ 。

[0316] 图16A的图表1600显示根据用于形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的粘合剂的类型,每个波长的吸收率/放射率的变化。

[0317] 图表1600的曲线1601示例说明粘合剂类型中的DPHA,而曲线1602示例说明粘合剂类型中的丙烯酸酯。

[0318] 曲线1601和曲线1602显示粘合剂在大气窗口的波长范围内具有吸收率/放射率。

[0319] 参照图16B的图表1610,显示根据用于形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的粘合剂的类型,针对每个波长的反射率的变化。

[0320] 图表1610的曲线1611示例说明粘合剂类型中的DPHA,而曲线1612示例说明粘合剂类型中的丙烯酸酯。

[0321] 曲线1611和曲线1612显示粘合剂在入射太阳光的波长范围内具有反射率,根据图表1610,DPHA的反射率相对优异。

[0322] 图16C的图表1620显示根据用于形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的粘合剂的类型的反射率和透射率的变化。

[0323] 图表1620示例说明粘合剂类型中的DPHA,还示例说明粘合剂类型中的丙烯酸酯。

[0324] 根据图表1620,粘合剂具有优异的反射率和低透射率。

[0325] 图16D的图表1630显示根据用于形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的粘合剂的类型的冷却功率。

[0326] 图表1630显示粘合剂具有约100W/m²的冷却功率。

[0327] 参照图16E的图表1640,在粘合剂的类型中,DPHA相当于指示点1641,并且在粘合剂的类型中,丙烯酸酯相当于指示点1642。

[0328] 指示点1641和1642表示粘合剂具有根据大气窗口的波长范围内的入射角的放射率。在此,入射角可以是红外线的入射角。

[0329] 据此,本发明的一实施例的辐射冷却元件所具有的用于形成涂料涂层的粘合剂,还可以通过在大气窗的波长范围内维持红外线的放射率来提供提高辐射冷却性能的效果。

[0330] 图17是用于说明根据本发明的一实施例的涂料涂层的净冷却功率和冷却温度的图。

[0331] 图17示例说明根据七个大气透射率模型针对根据本发明的一实施例的涂料涂层计算的净冷却功率和冷却温度的测量结果。

[0332] 参照图17,图表1700显示气压为1.5的每个波长的透射率和净冷却功率,图表1710显示热带(Tropical)的每个波长的透射率和净冷却功率,图表1720显示北极夏天(Sub-arctic Summer)的每个波长的透射率和净冷却功率,图表1740显示中纬度夏季每个波长的透射率和净冷却功率,图表1750显示中纬度冬季每个波长的透射率和净冷却功率,图1760显示1976年美国标准中按波长显示的透射率和净冷却功率。

[0333] 图表1700至1760表示,根据位置和季节,每个波长的透射率和净冷却功率有所不同。

[0334] 在图表1700至1760中,显示透射率的图表中,横轴是波长,纵轴表示透射率,在横轴表示净冷却功率和冷却温度,横轴表示涂料的种类,纵轴表示净冷却功率。

[0335] 在图1700到图1760中,净冷却功率相似于冷却温度,并且显示根据本发明的一实施例的辐射冷却涂料与根据现有技术的白色涂料相比具有优异的冷却性能,而与位置和季节无关。

[0336] 图18是用于说明根据本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒的体积比的光学特性的图。

[0337] 图18显示根据本发明的一实施例的涂料涂层的厚度为250μm时,根据Al₂O₃和SiO₂的体积比的变化的光学性质的变化,并且显示与图4A相比相对不同的体积比。

[0338] 参照图18的图表1800,根据本发明的一实施例的形成涂料涂层的纳米或微粒中在Al₂O₃和SiO₂的比率为0:1,0.25:0.75,0.5:0.5,0.75:0.25和1:0的情况下,显示每个波长的

吸收率/放射率变化。

[0339] 根据 Al_2O_3 和 SiO_2 的比率根据0:1、0.25:0.75、0.5:0.5、0.75:0.25和1:0的光学性质可以总结在下表2中。例如,在 Al_2O_3 和 SiO_2 的比率中,0.25:0.75可以是1:3;0.5:0.5可以是1:1;并且0.75:0.25可以是3:1。

[0340] [表2]

$\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$	0:1	0.25:0.75	0.5:0.5	0.75:0.25	1:0
平均透射率 (%)	7.38	4.09	2.73	2.21	1.96
平均反射率 (%)	88.75	92.1	94.1	94.3	94.6
平均吸收率 (%)	3.87	3.81	3.2	3.49	3.44
大气窗口的放射率 (%)	91.2	93.2	93.5	93.6	92.4
总冷却功率 (Wm^{-2})	91.68	95.01	100.31	100.58	95.79

[0342] 参照表2,平均透射率可以表示平均太阳透射率,平均反射率可以表示平均太阳光反射率,平均吸收率可以表示平均太阳吸收率,并且大气窗口放射率可以表示在相当于大气窗口的波长范围内的红外放射率。

[0343] 参照表2, Al_2O_3 和 SiO_2 的比率通过0.5:0.5和0.75:0.25与其他比率相比,在大气窗口放射率和大气总冷却功率方面相对更好。

[0344] 据此,优选地,在根据本发明的一实施例的涂料涂层是通过将涂料溶液涂覆(coating)或染色(dyeing)在各种表面上而形成的,该涂料溶液的纳米或微粒粉末以3:1和1:1的体积比混合。

[0345] 图19A至图19D是用于说明根据本发明的一实施例的根据形成涂料涂层的纳米或微粒与粘合剂的比例的光学特性和冷却功率的图。

[0346] 图19A至图19D图示例说明根据本发明的一实施例的根据用于形成涂料涂层的涂料溶液中的纳米或微粒与粘合剂的比例的光学特性。在此,纳米或微粒可以具有1:1的 Al_2O_3 与 SiO_2 的比率,并且涂料层的厚度可以是250 μm 。

[0347] 图19A显示在用于形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的涂料溶液中根据纳米或微粒与粘合剂的比例为1.5:1、2:1和2.5:1的情况下的每个波长的吸收率/放射率的变化。

[0348] 参照图19A的图表1900,图表1900显示在纳米或微粒与粘合剂的比率为1.5:1、2:1和2.5:1情况下的每个波长的吸收率/放射率的变化。

[0349] 根据本发明的一实施例,纳米或微粒与粘合剂的比率为x:1,并且x可以具有0.2至2.5的范围。

[0350] 图19B示例说明在用于形成根据本发明的一实施例的涂料涂层的涂料溶液中的纳米或微粒与粘合剂的比例为1.5:1、2:1和2.5:1的情况下的每个波长的反射率的变化。

[0351] 参照图19B的图表1910,当纳米或微粒与粘合剂的比例为1.5:1、2:1和2.5:1时,反射率存在差异,并且随着纳米或微粒与比例的增加而反射率增加。

[0352] 图19C示例说明根据本发明一实施例的在用于形成涂料层的涂料溶液中纳米或微粒与粘合剂的比例为1.5:1、2:1和2.5:1的情况下的反射率和透射率。

[0353] 参照图19C的图表1920,在是1.5:1、2:1和2.5:1的情况下,反射率和透射率存在差异,并且随着纳米或微粒的比率增加而反射率增加且透射率减小。

[0354] 图19D示例说明根据本发明的一实施例的在用于形成涂料涂层的涂料溶液中纳米颗粒或微粒与粘合剂的比例为1.5:1、2:1和2.5:1的情况下的冷却功率。

[0355] 参照图19D的图表1930,在是1.5:1、2:1和2.5:1的情况下,冷却功率存在差异,并且随着纳米或微粒的比率增加,冷却功率增加。

[0356] 在上述特定实施例中,根据所公开的特定实施例而本发明中包括的构成要素以单数或复数表示。

[0357] 但是,对于为了便于描述而公开的情况,适当地选择单数或复数表达,上述实施例不限于单数或复数构成要素,并且即使是表述为复数的构成要素,也是由单数构成,即使是表现为单数的构成要素,也可以由复数构成。

[0358] 另一方面,尽管已经在本发明的描述中描述特定实施例,但是在不脱离包括在各个实施例中的技术宗旨的范围的情况下,可以进行各种修改。

[0359] 因此,本发明的范围不应当限定于所描述的一实施例,而不应由随后描述的权利要求限定而应当由权利要求和等同物而限定。

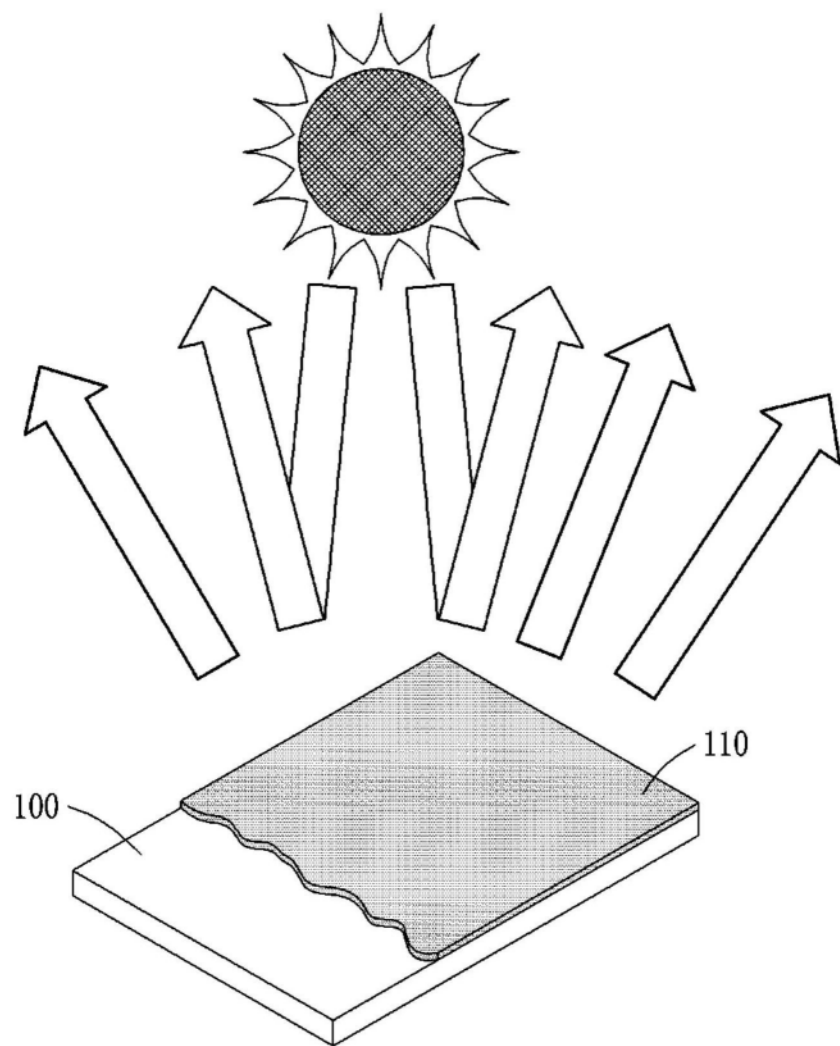


图1

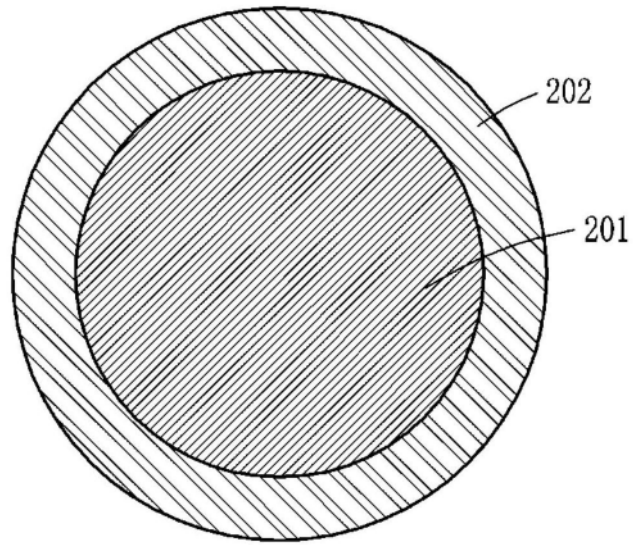
200

图2A

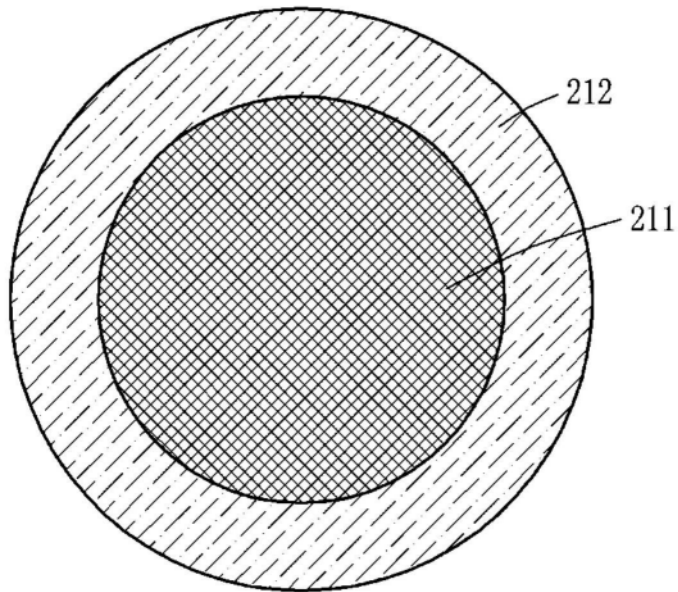
210

图2B

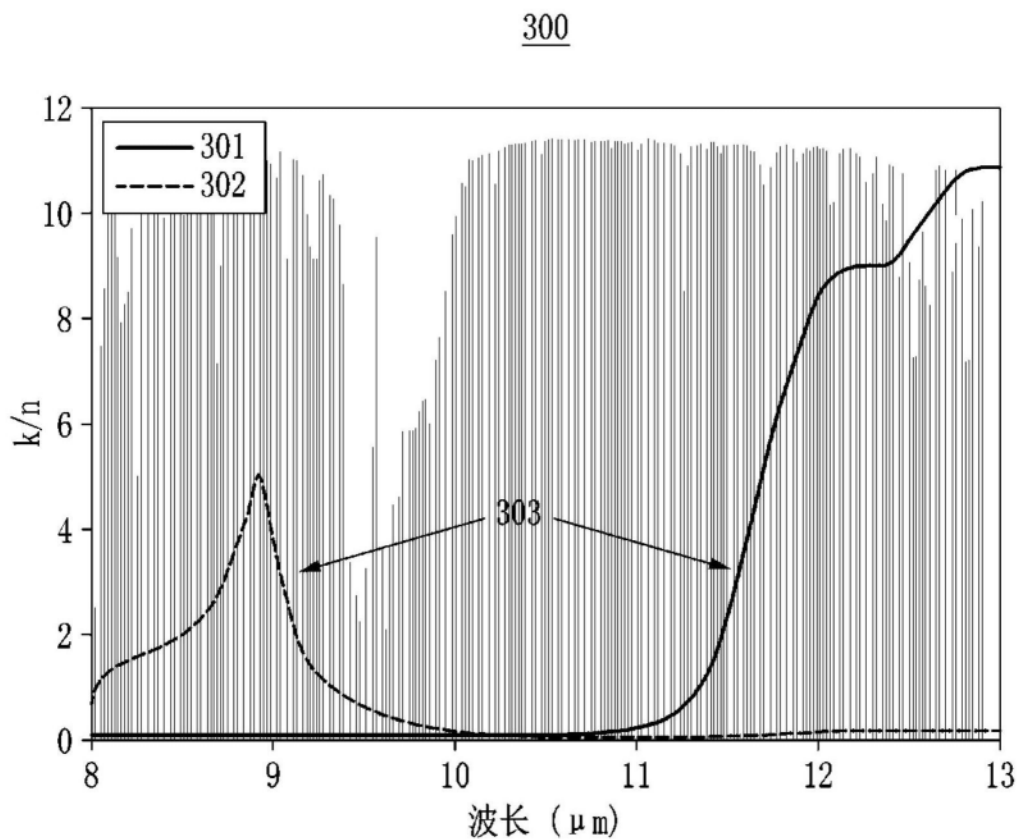


图3

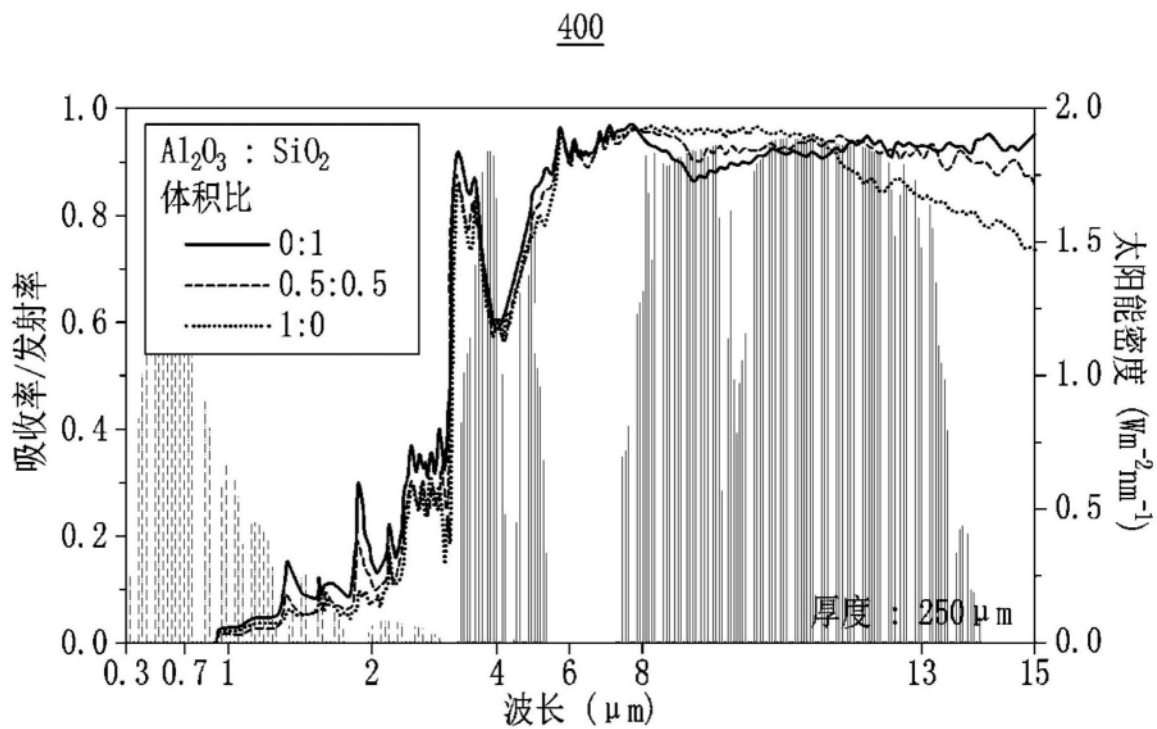


图4A

410

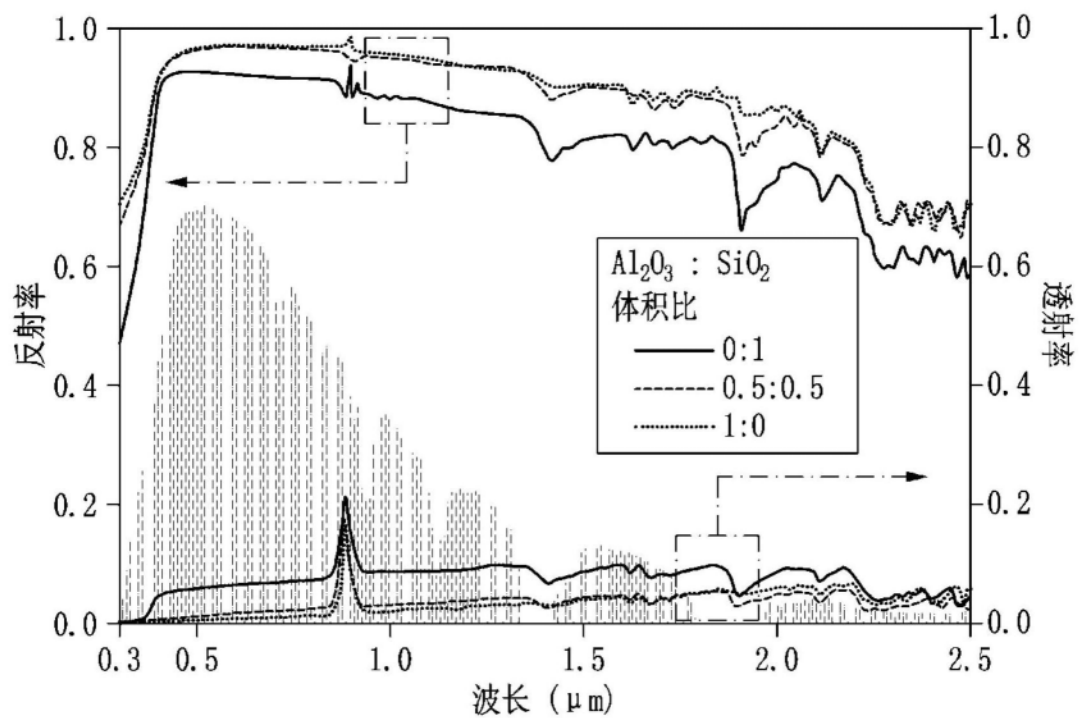


图4B

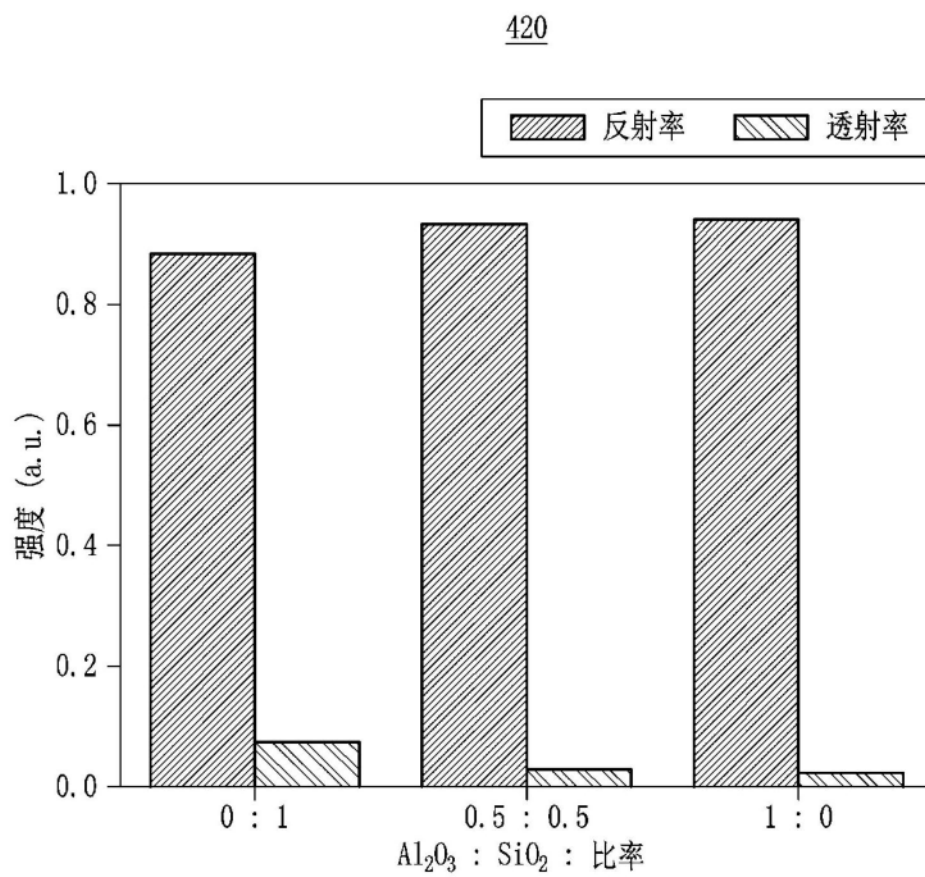


图4C

430

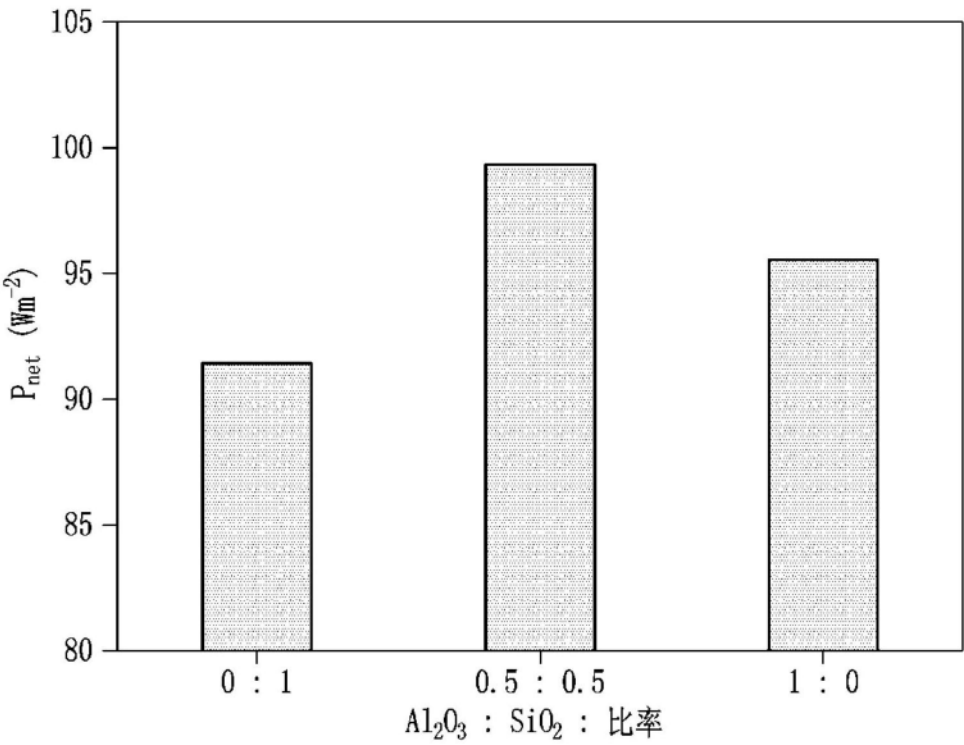


图4D

500

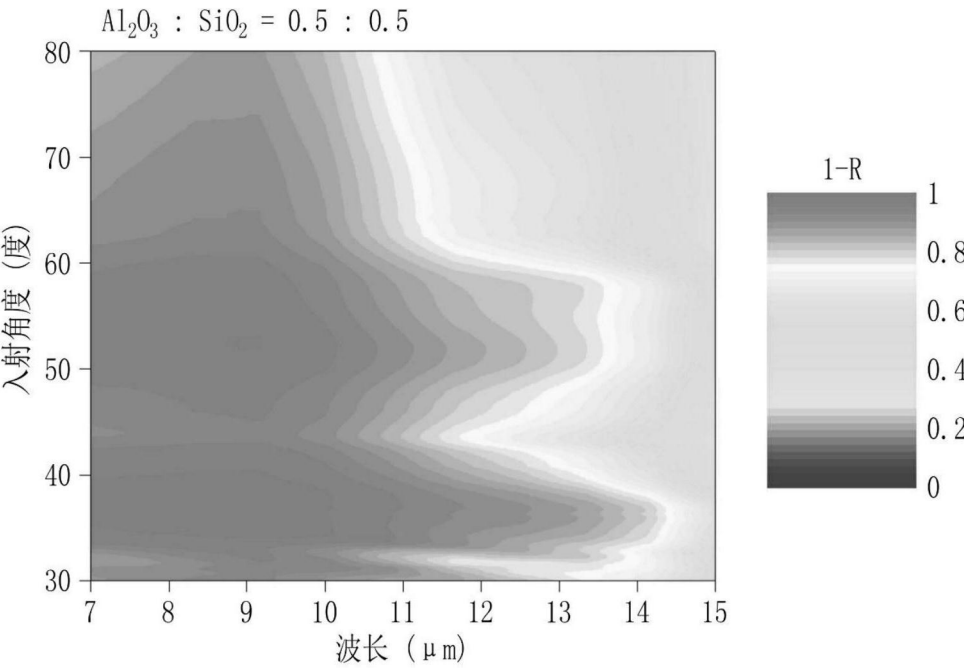


图5A

510

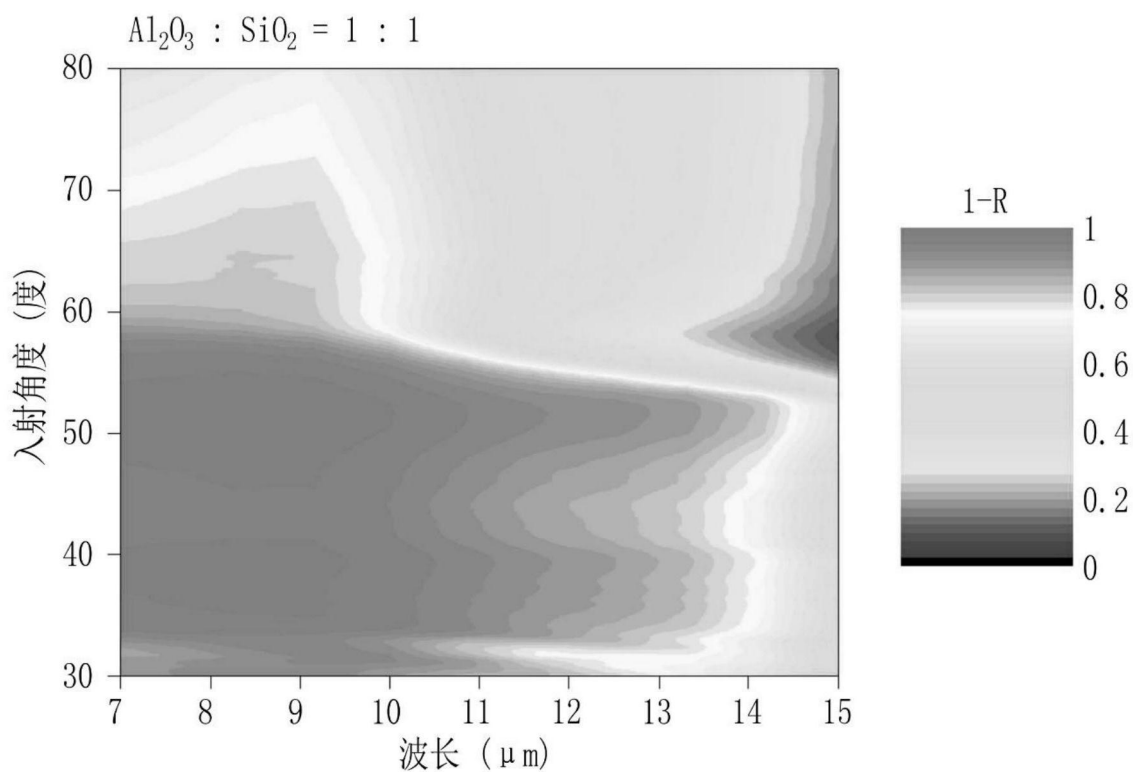


图5B

600

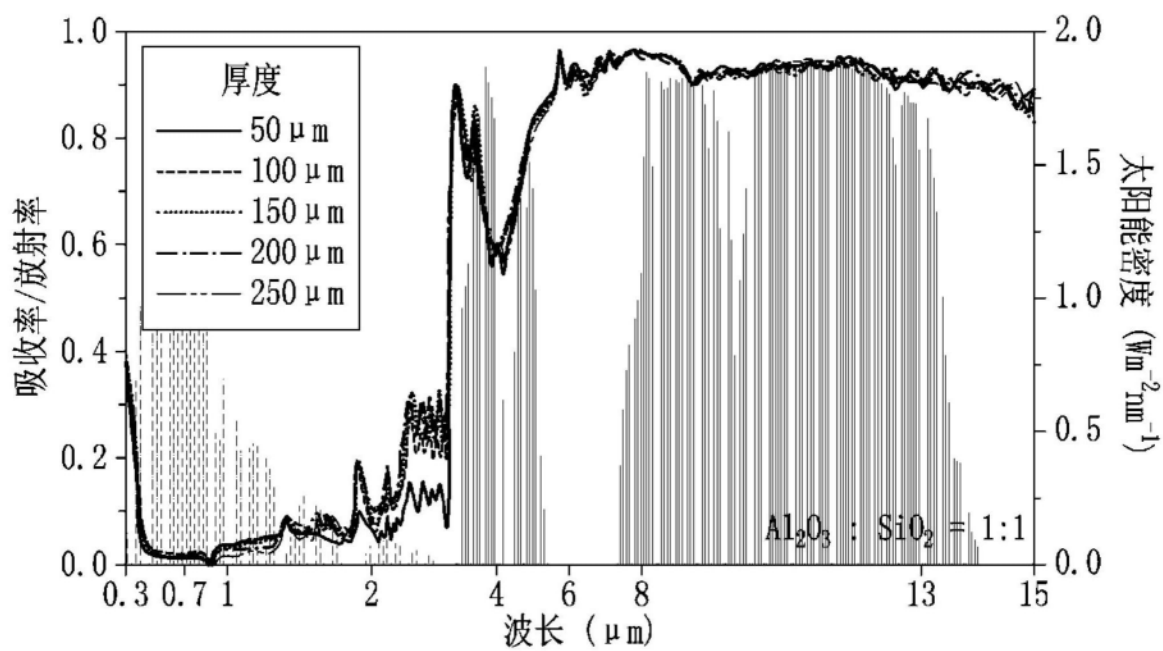


图6A

610

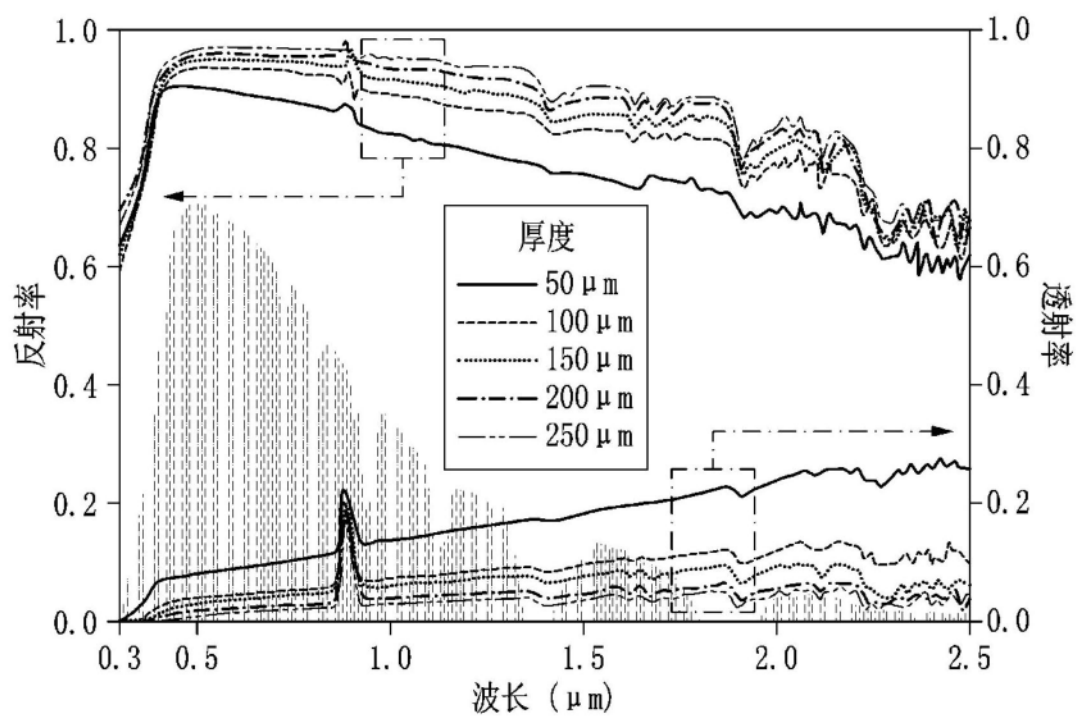


图6B

620

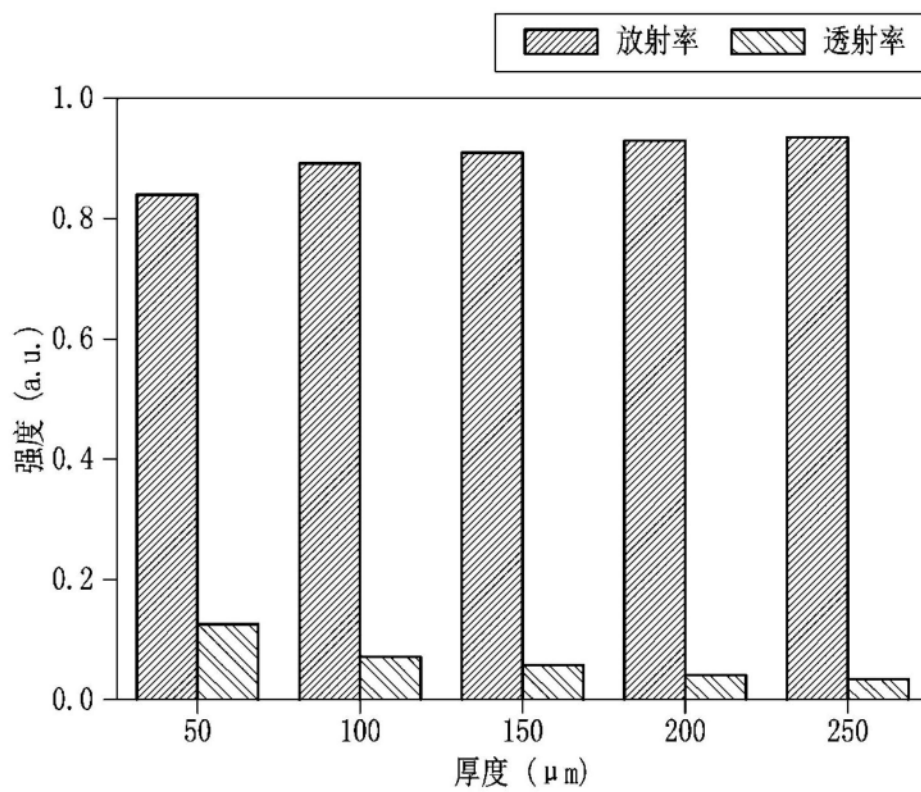


图6C

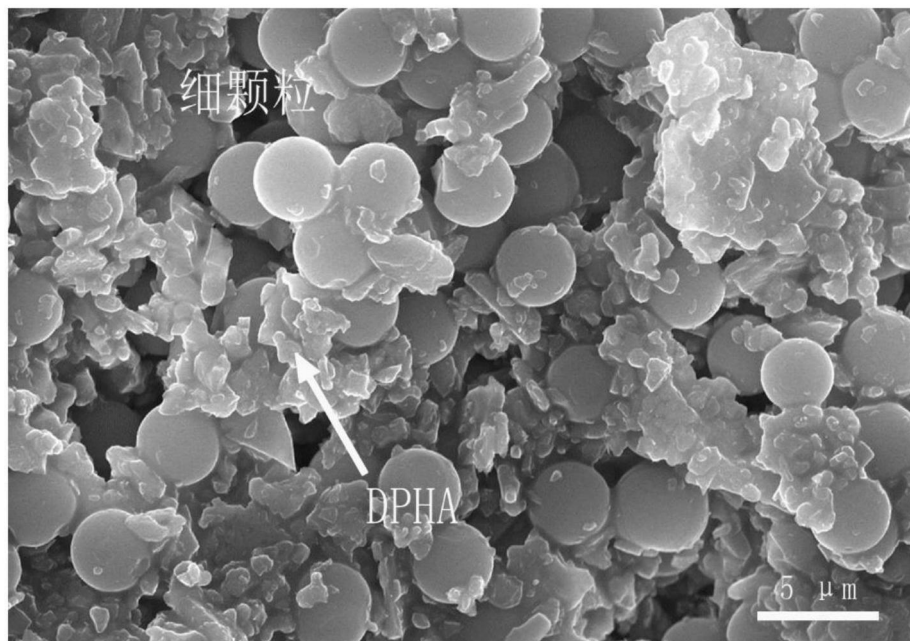
700

图7A

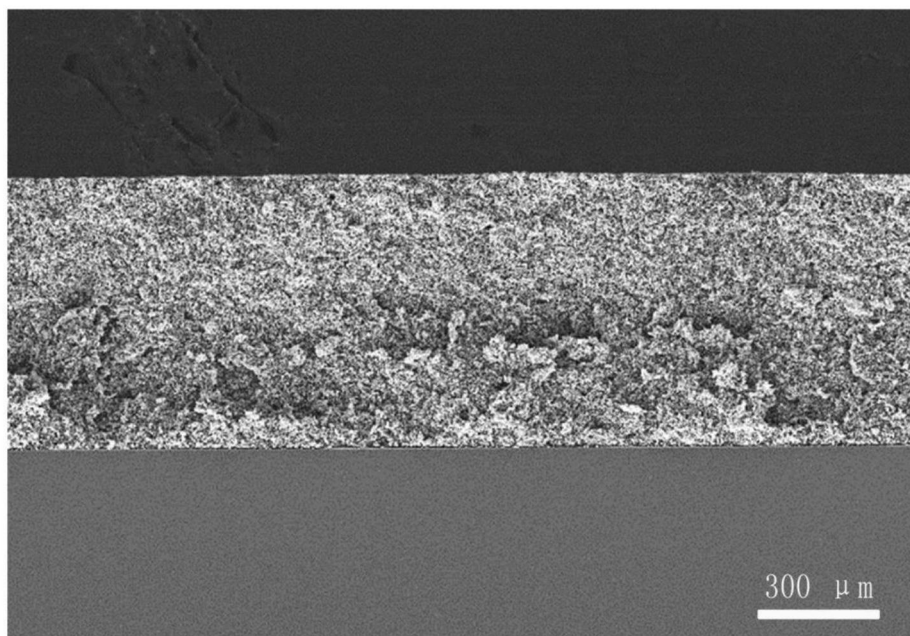
710

图7B

720



图7C

800

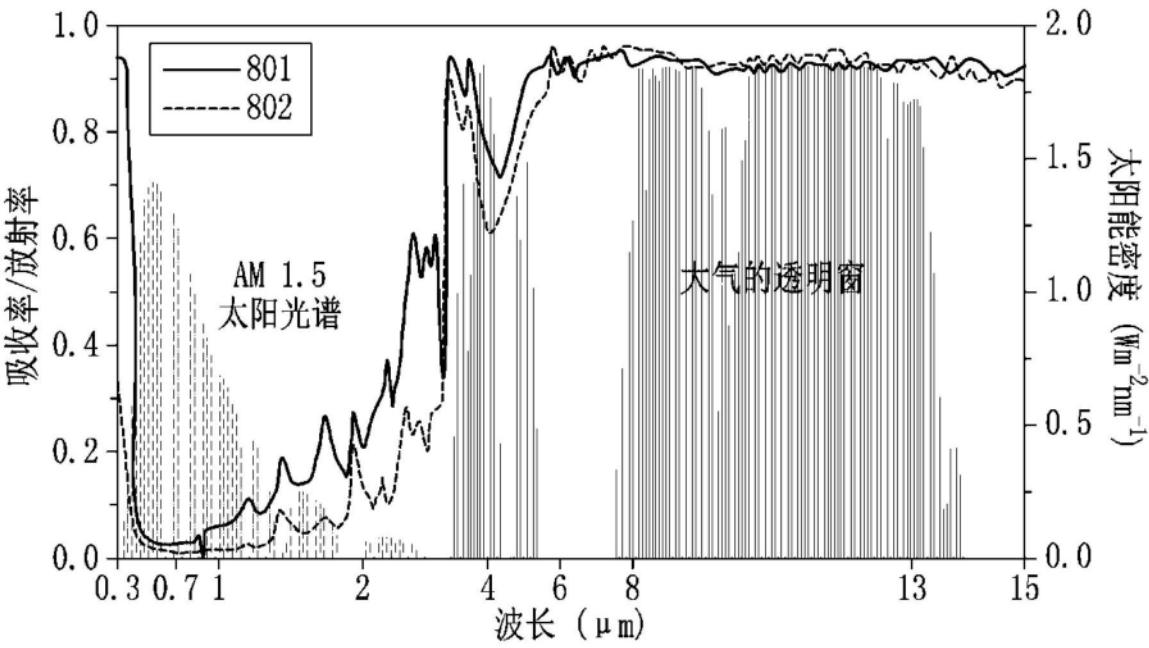


图8A

810

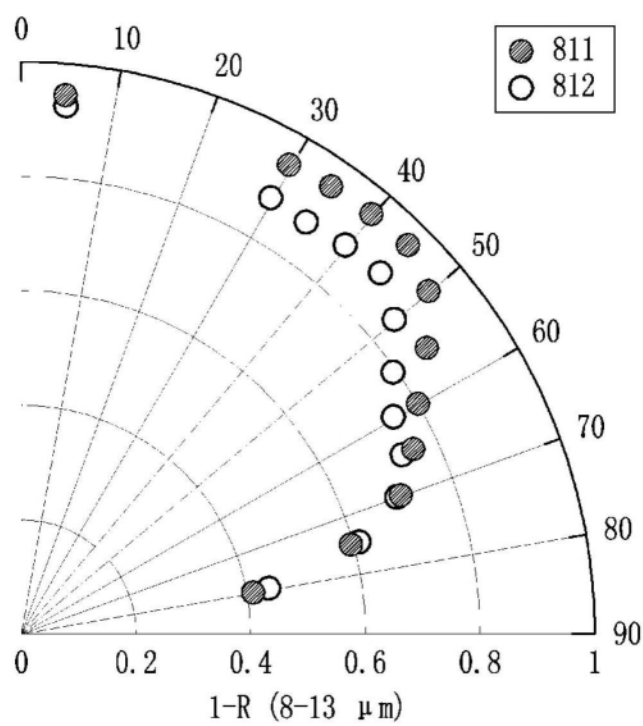


图8B

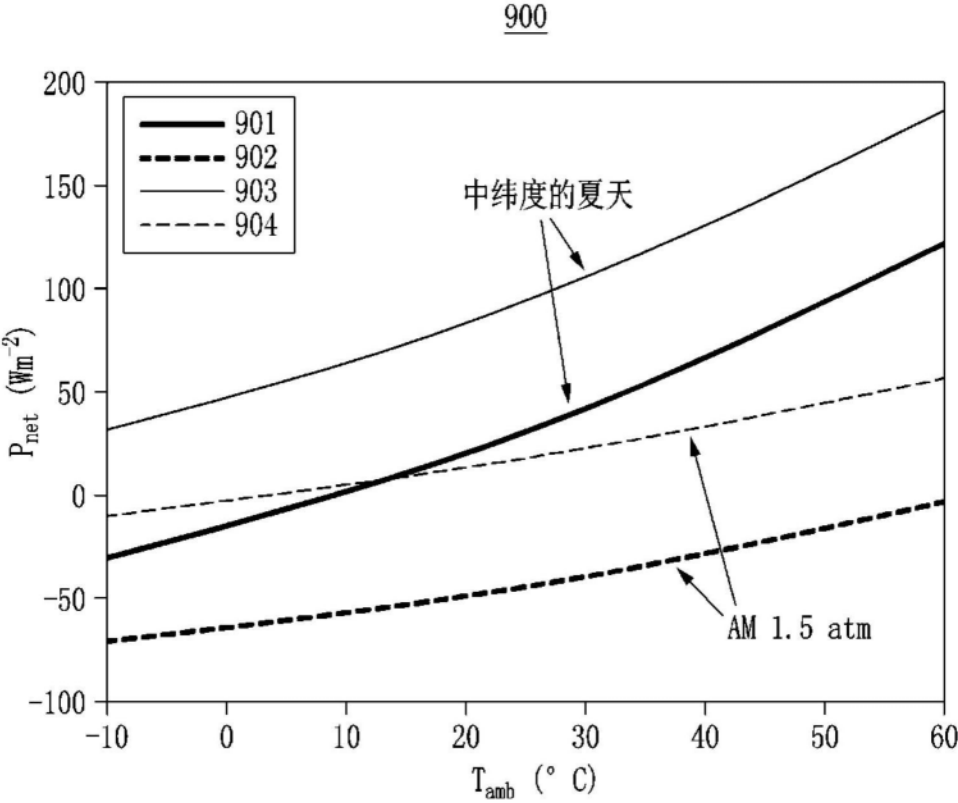


图9A

910

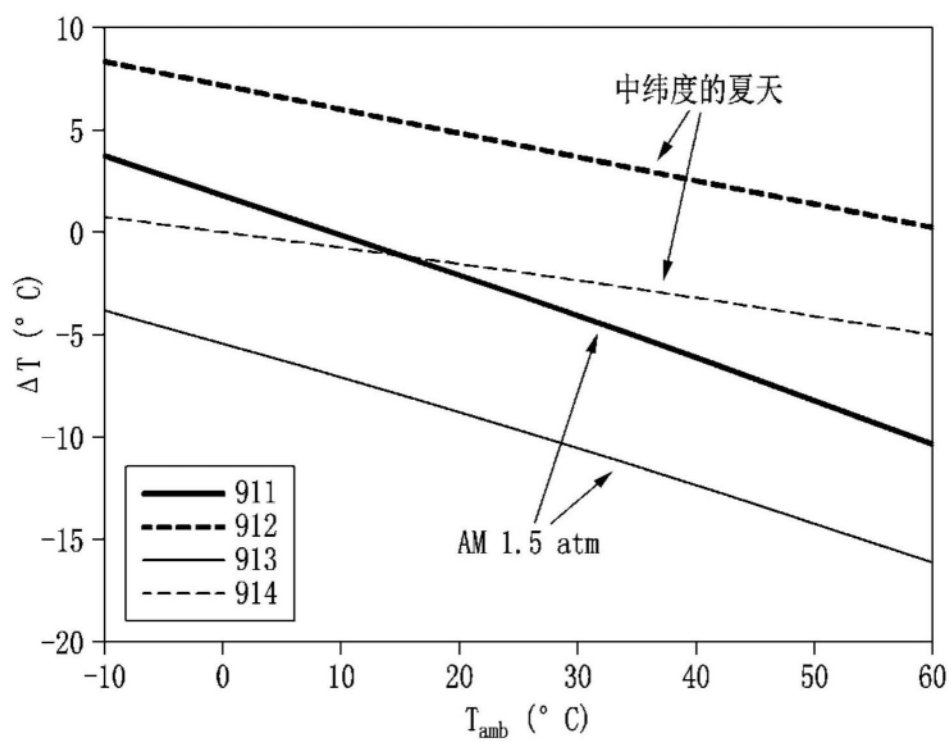


图9B

920

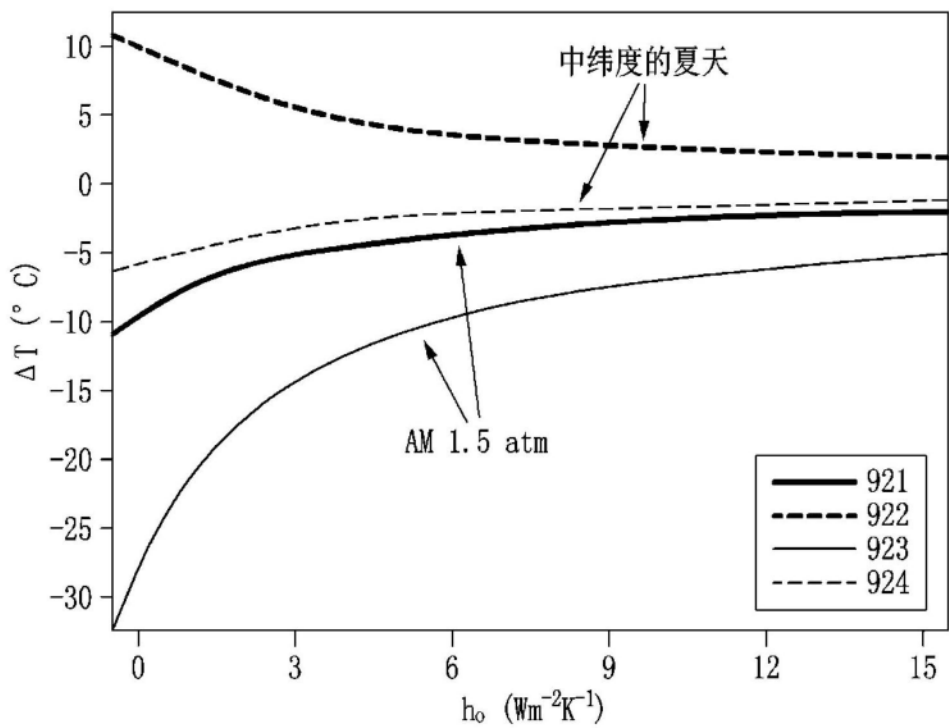


图9C

930

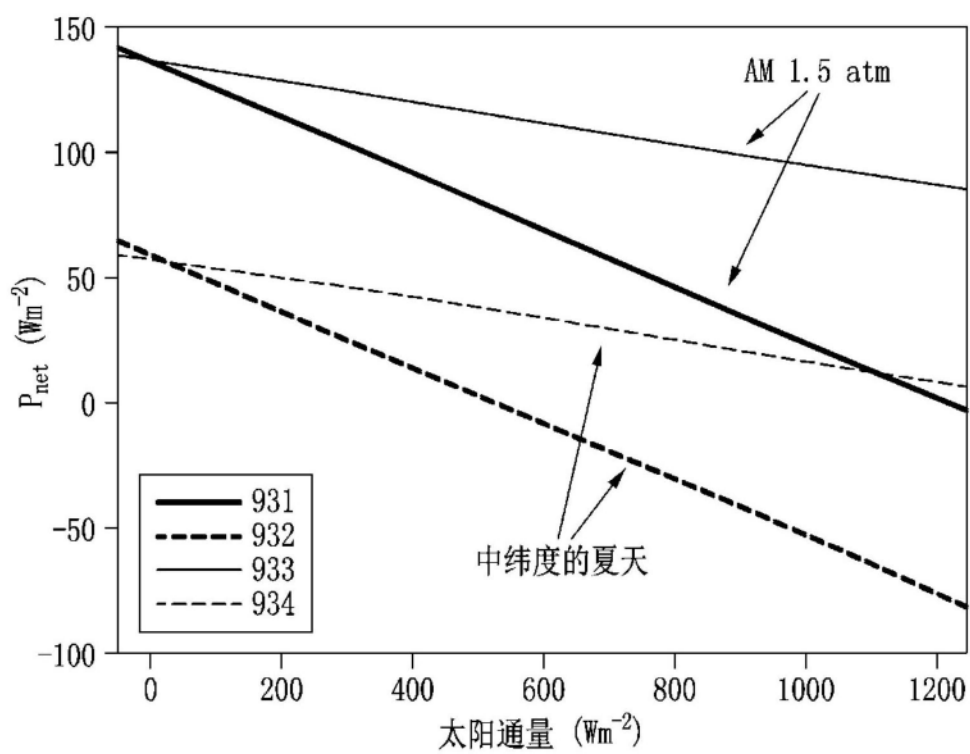


图9D

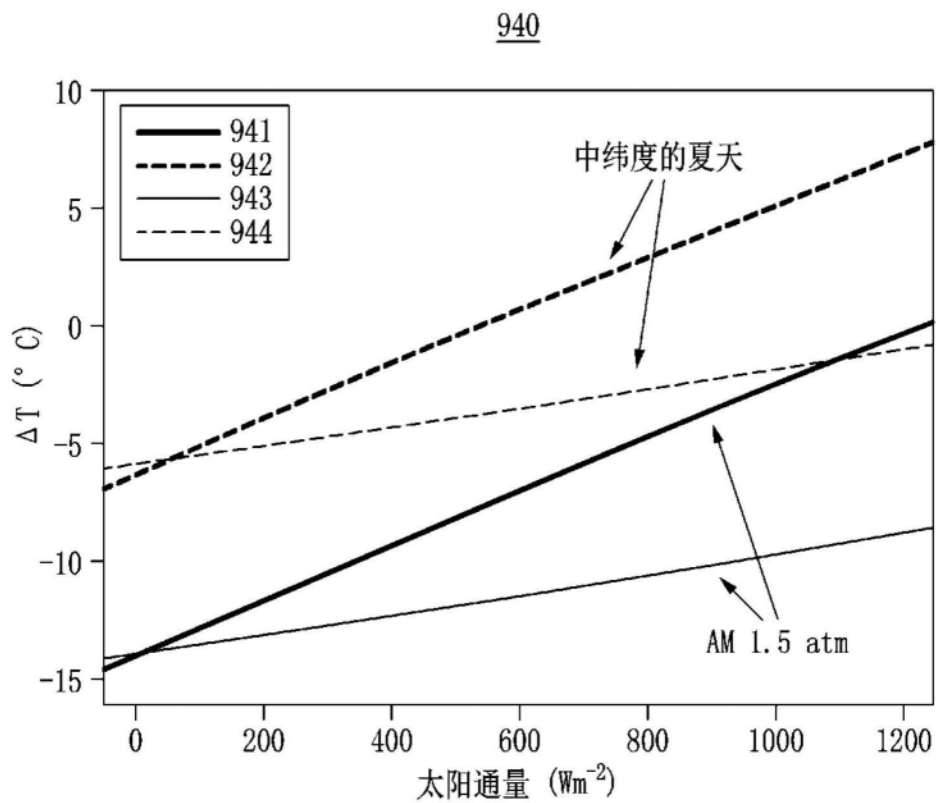


图9E

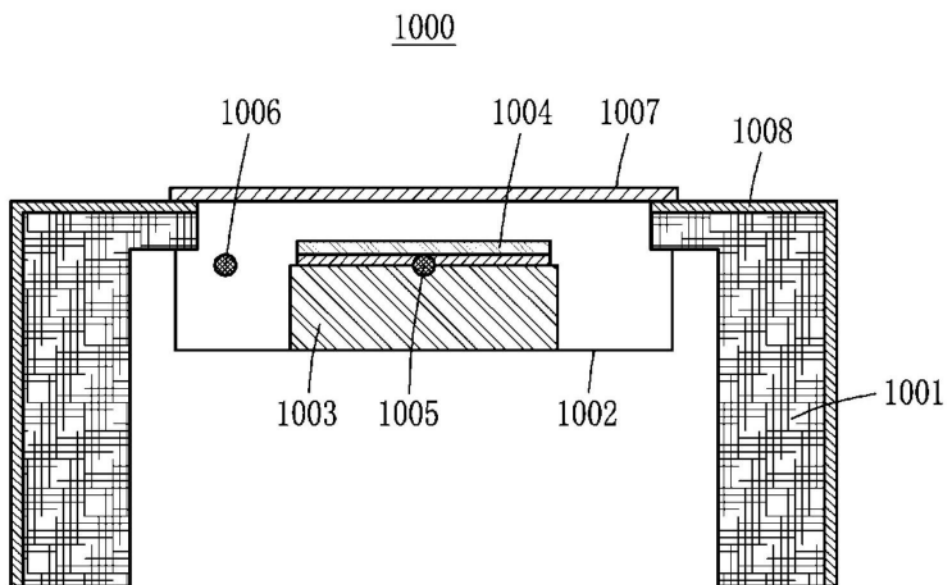


图10A

1010

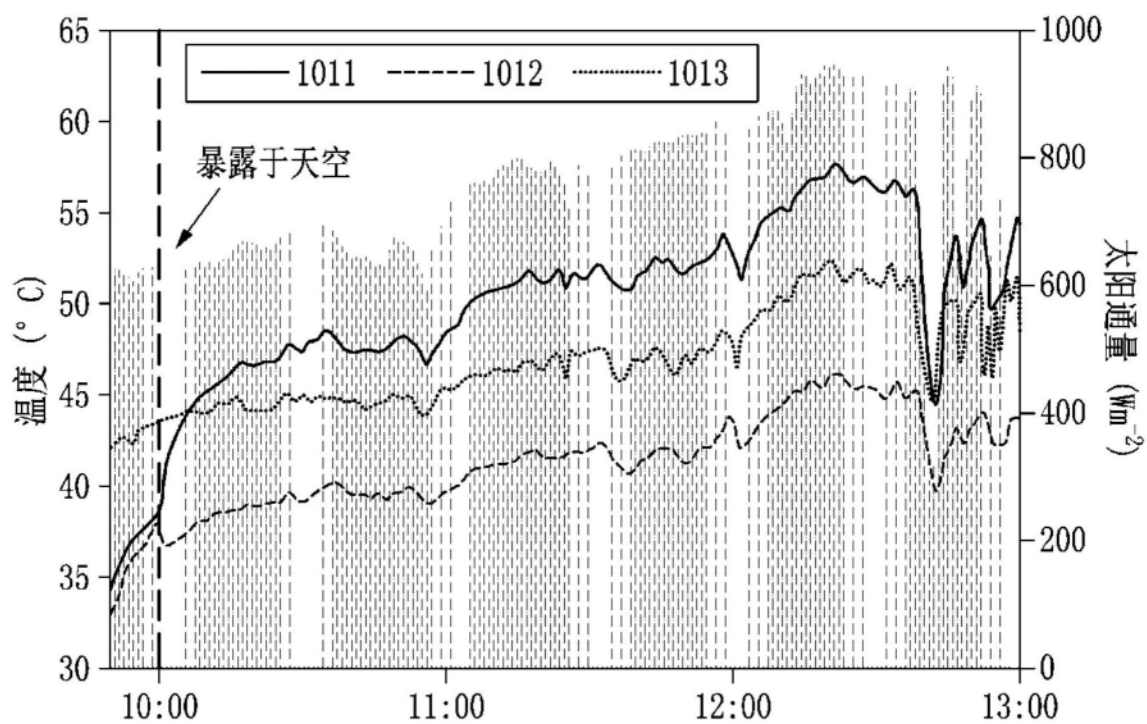


图10B

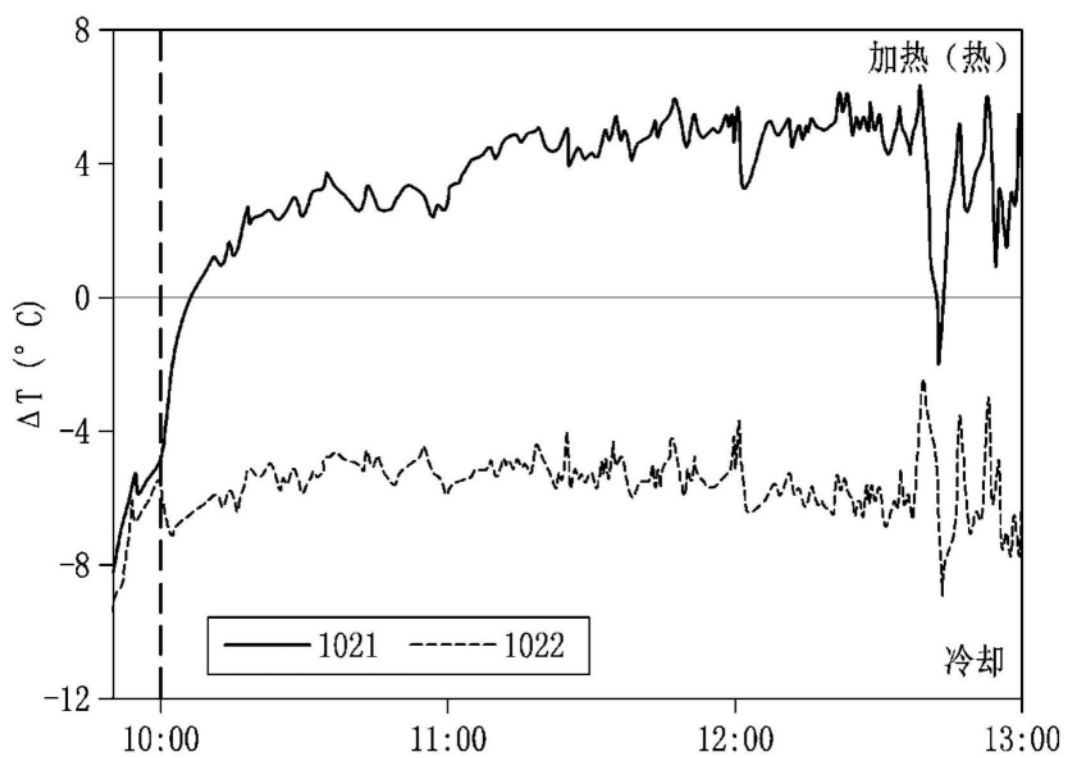
1020

图10C

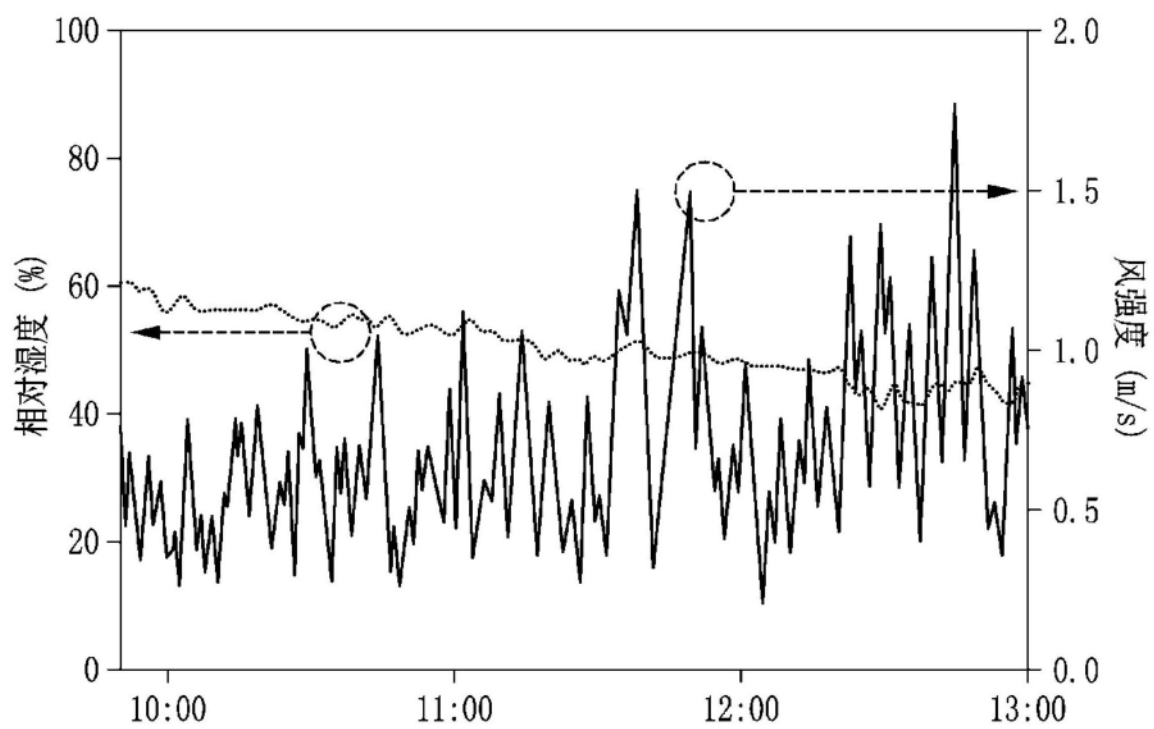
1030

图10D

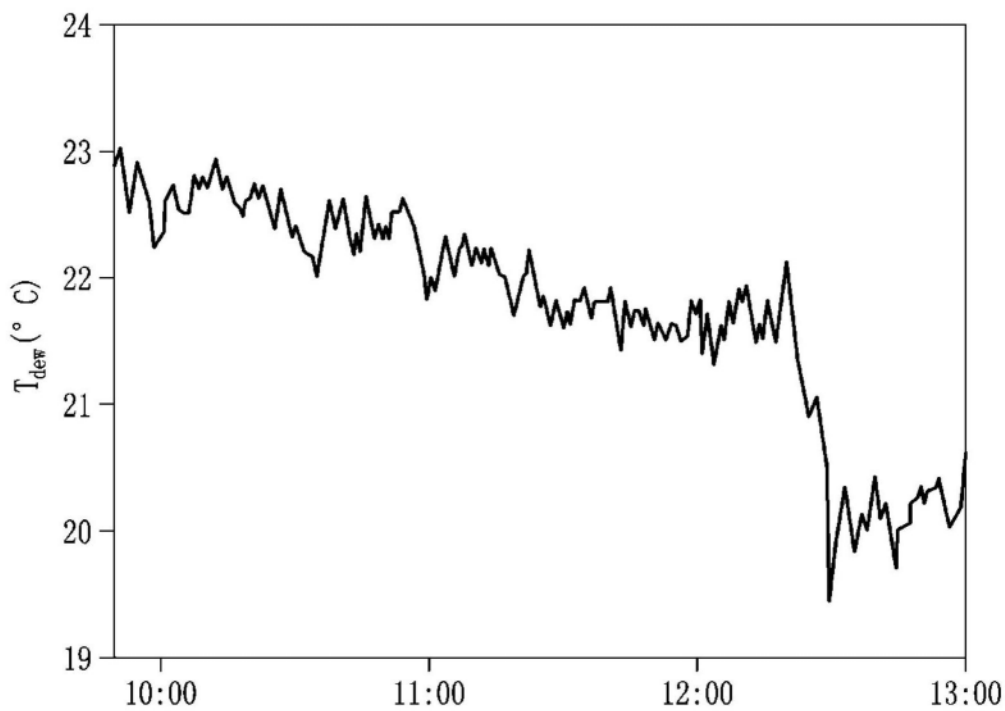
1040

图10E

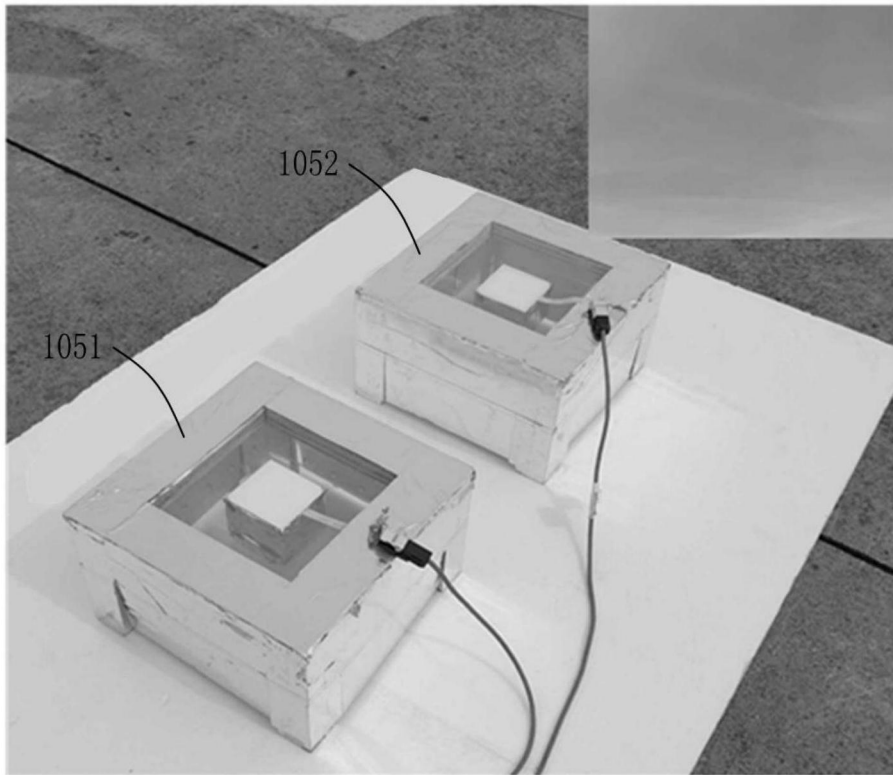
1050

图10F

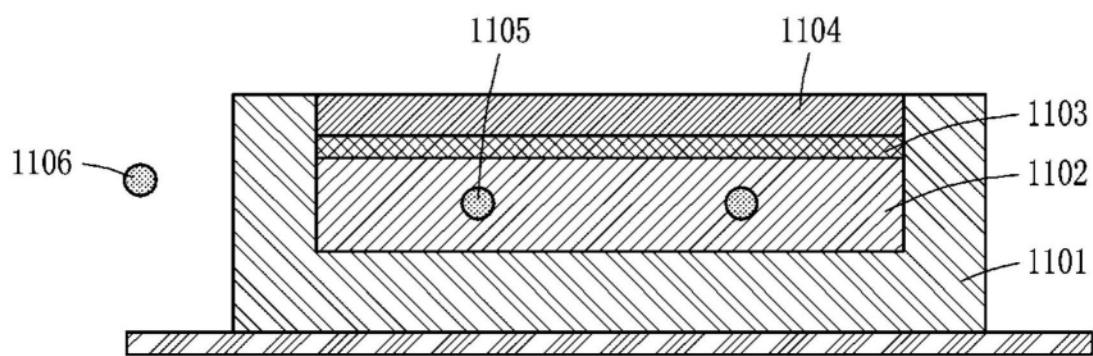
1100

图11A

1110

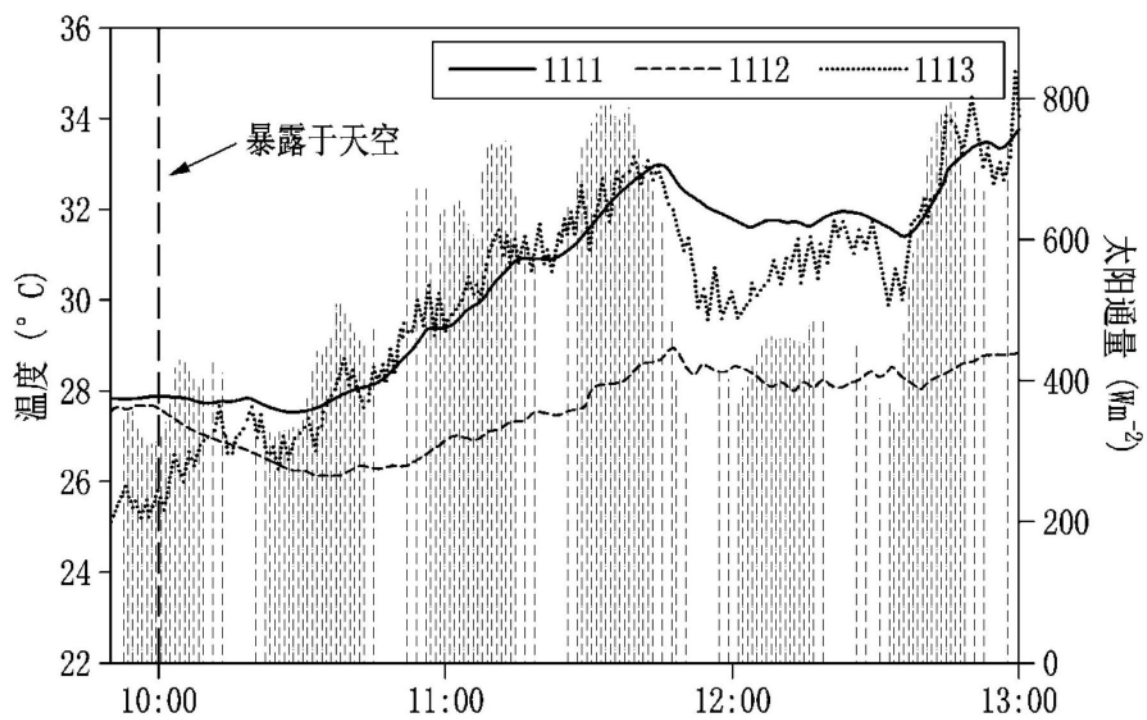


图11B

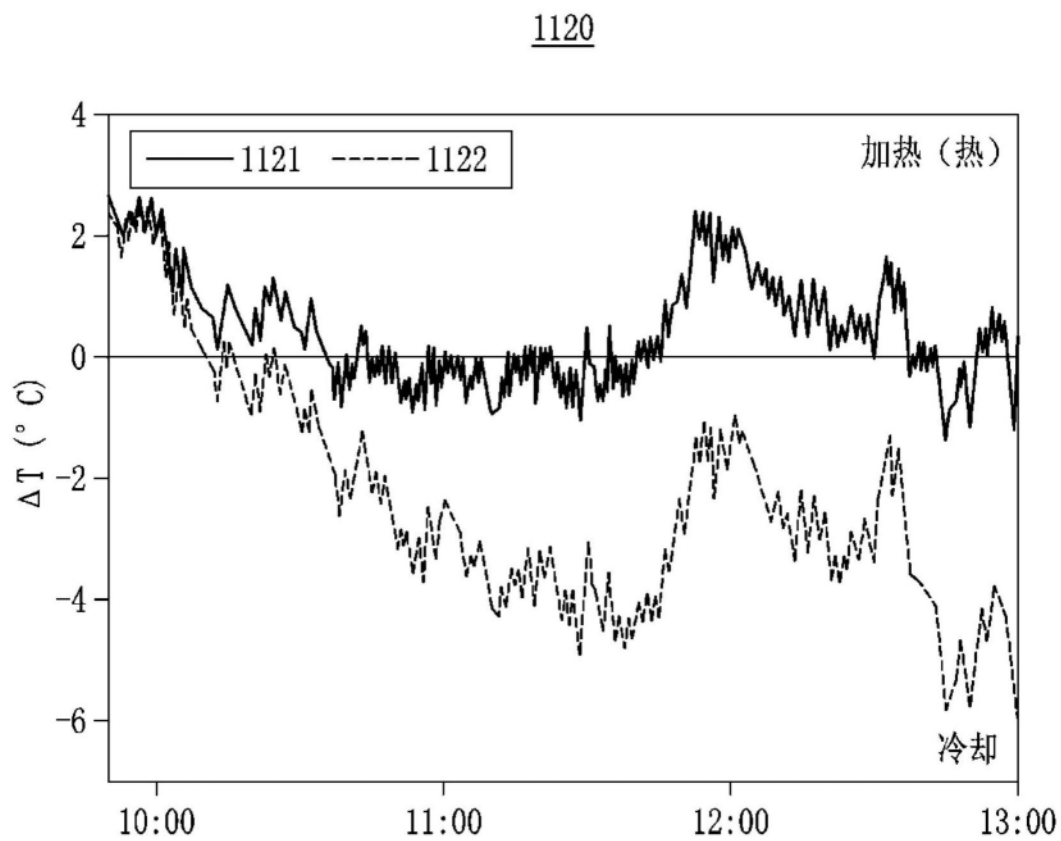


图11C

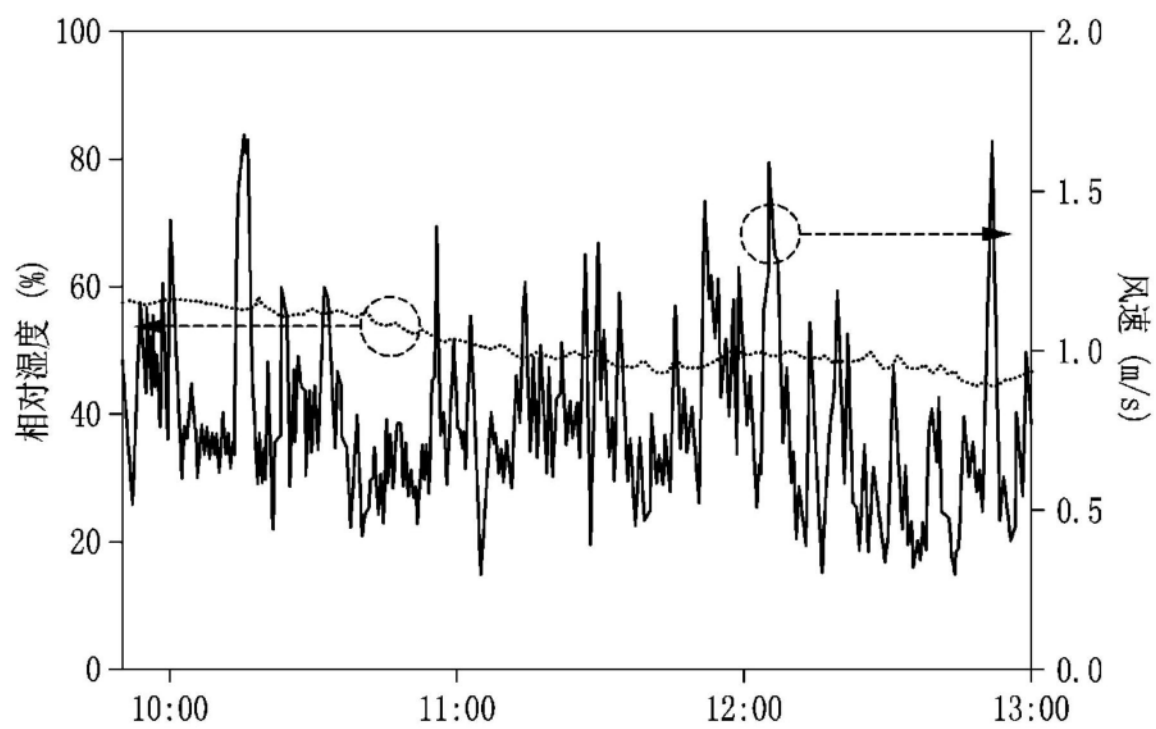
1130

图11D

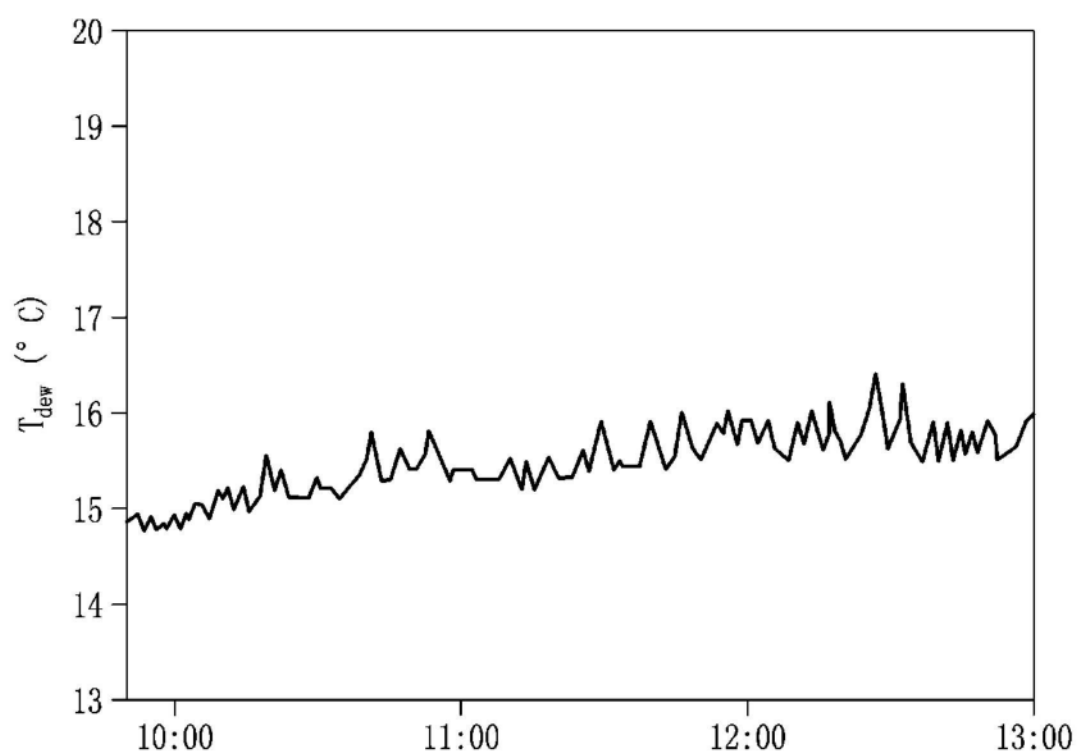
1140

图11E

1150

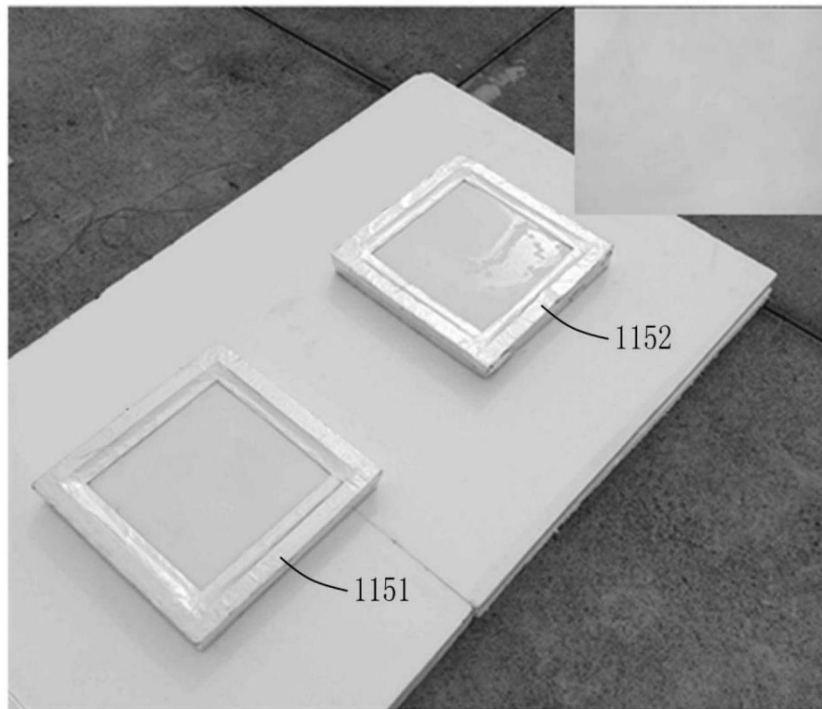


图11F

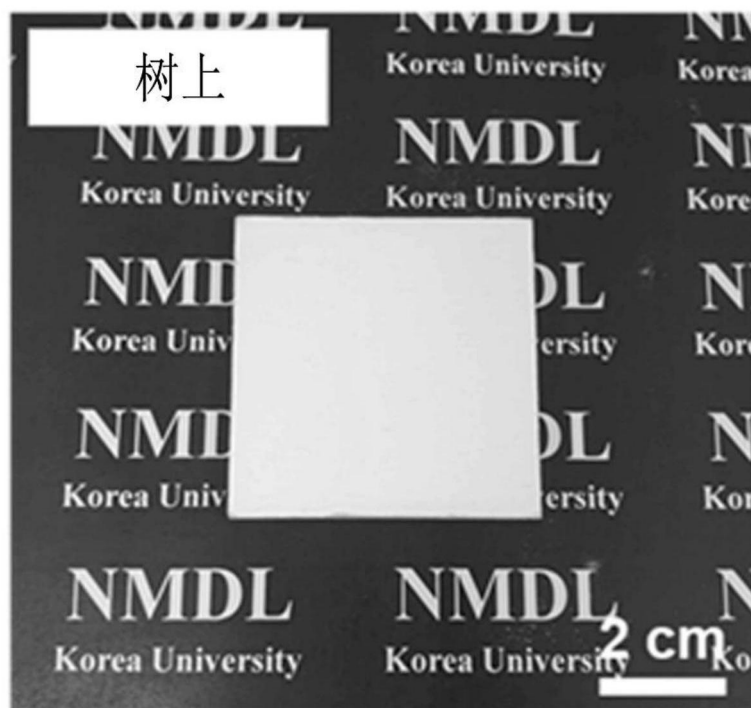
1200

图12A

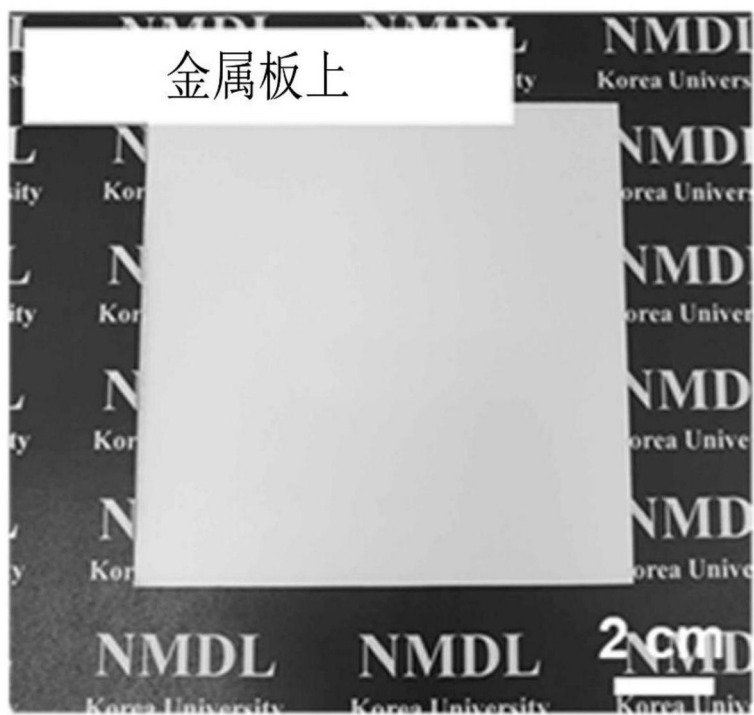
1210

图12B

1300



图13A

1310

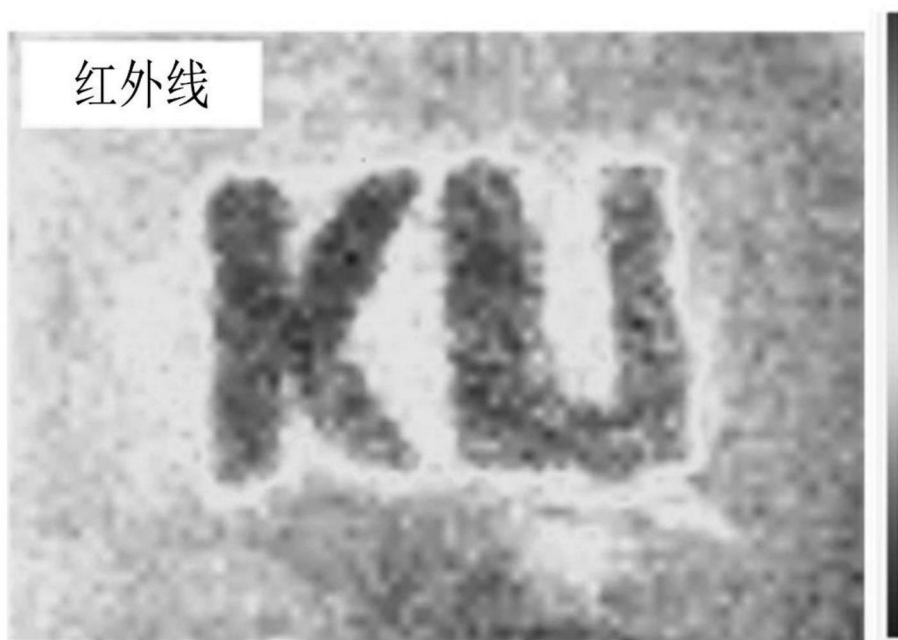


图13B

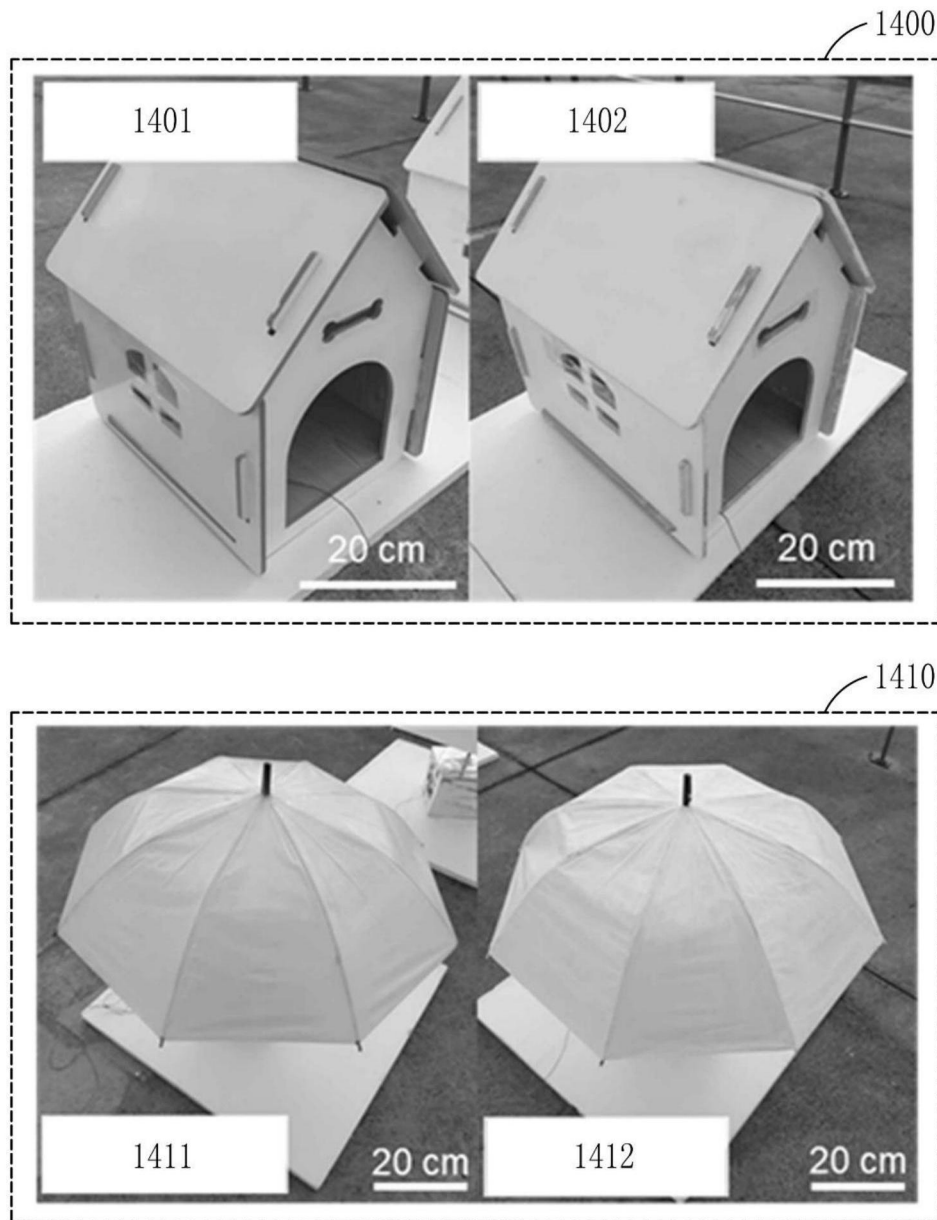


图14A

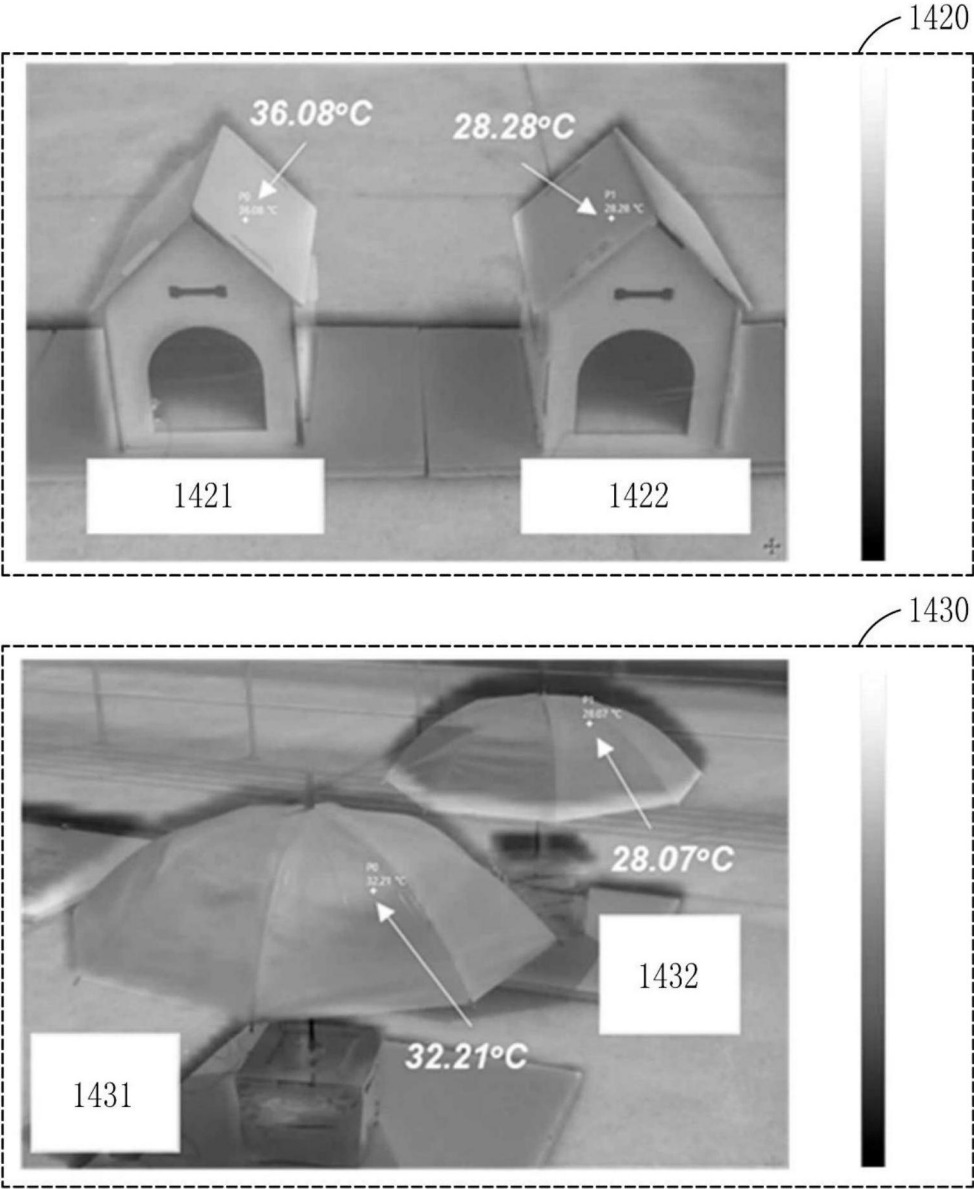


图14B

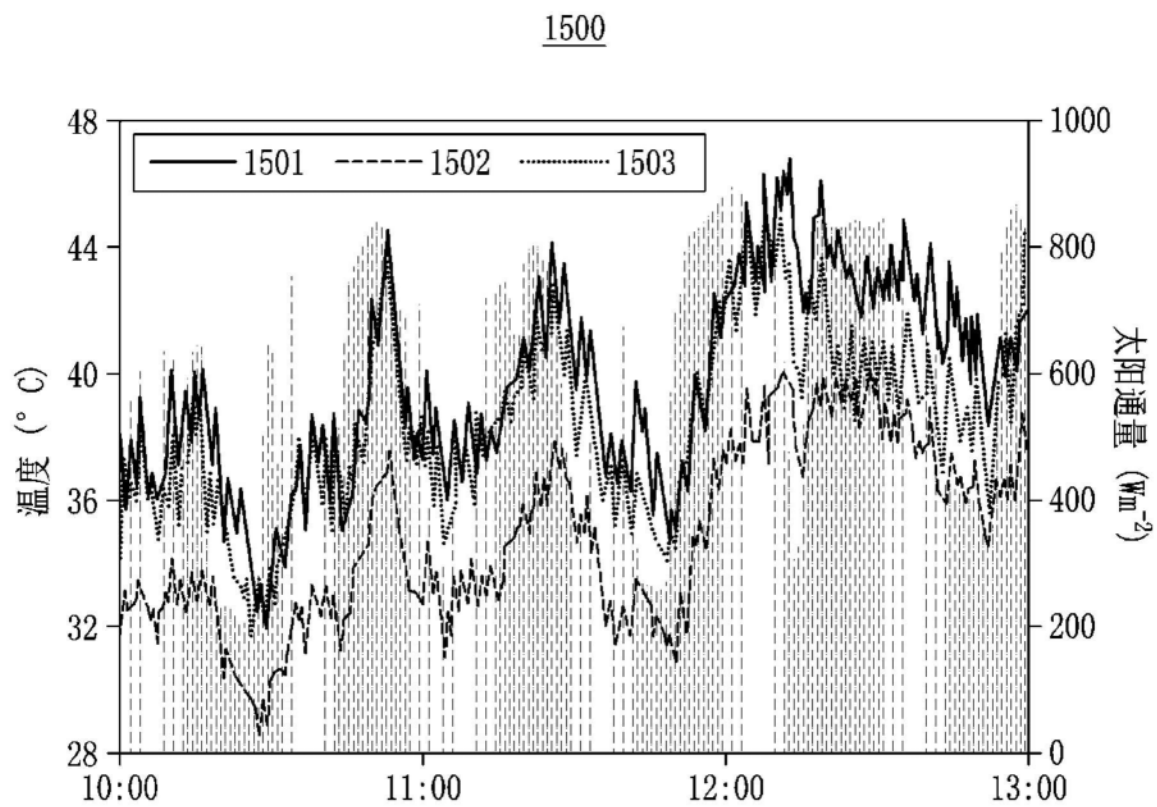


图15A

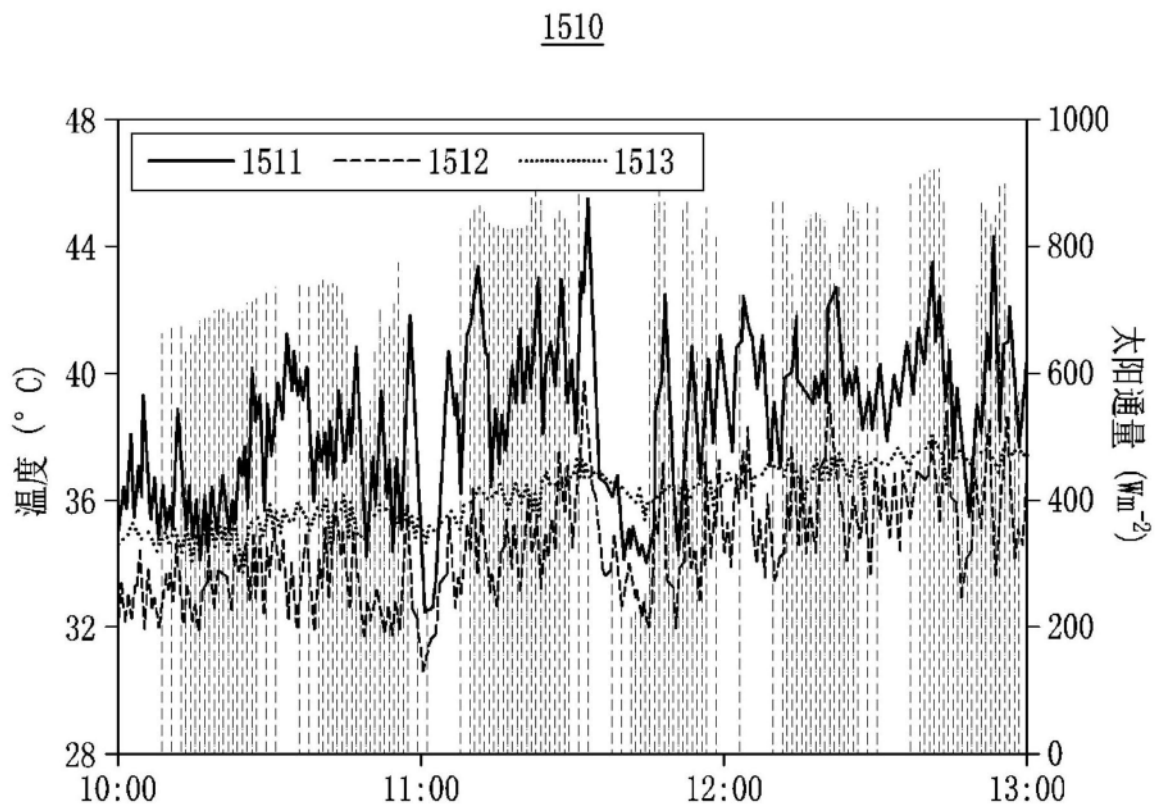


图15B

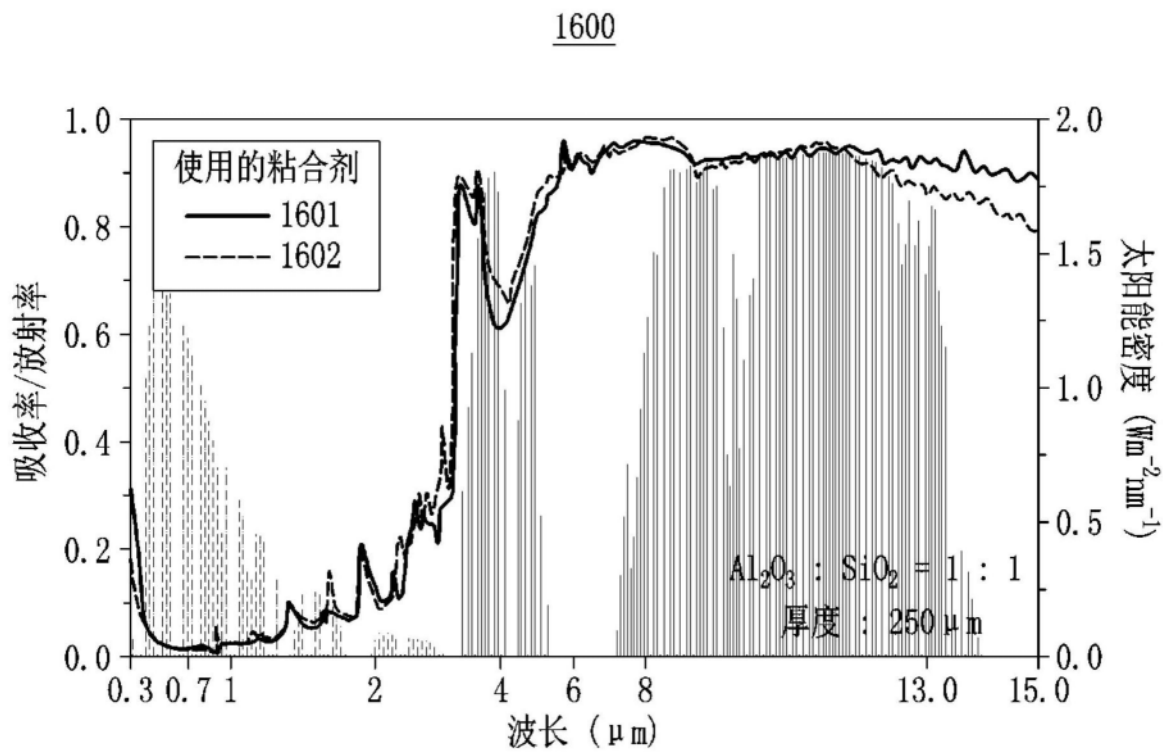


图16A

1610

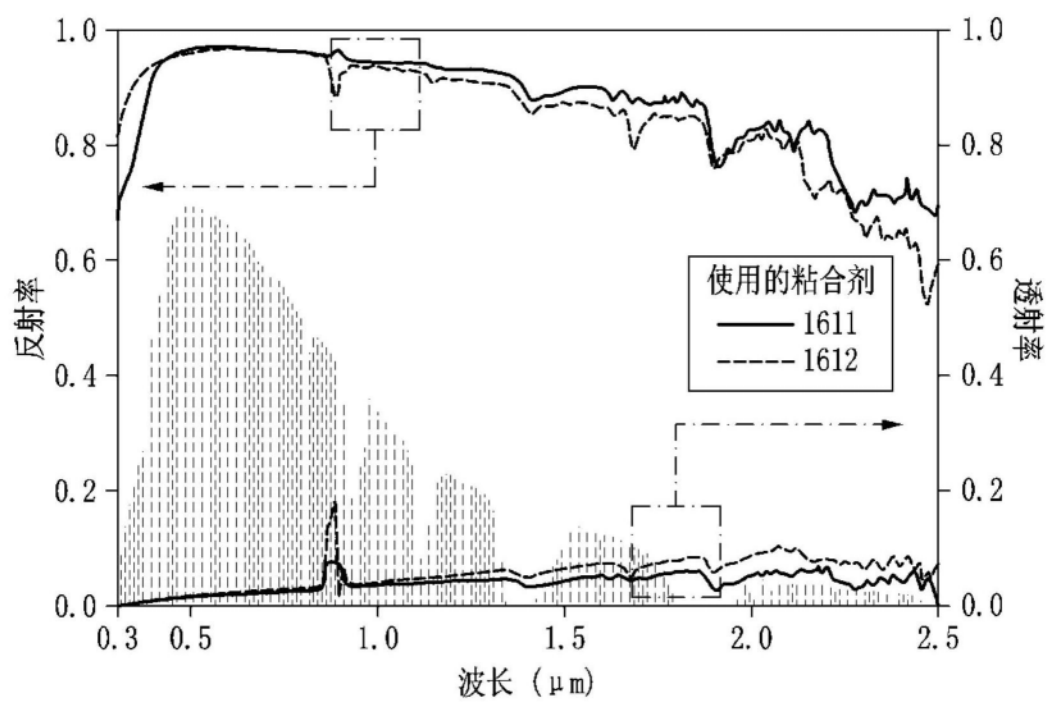


图16B

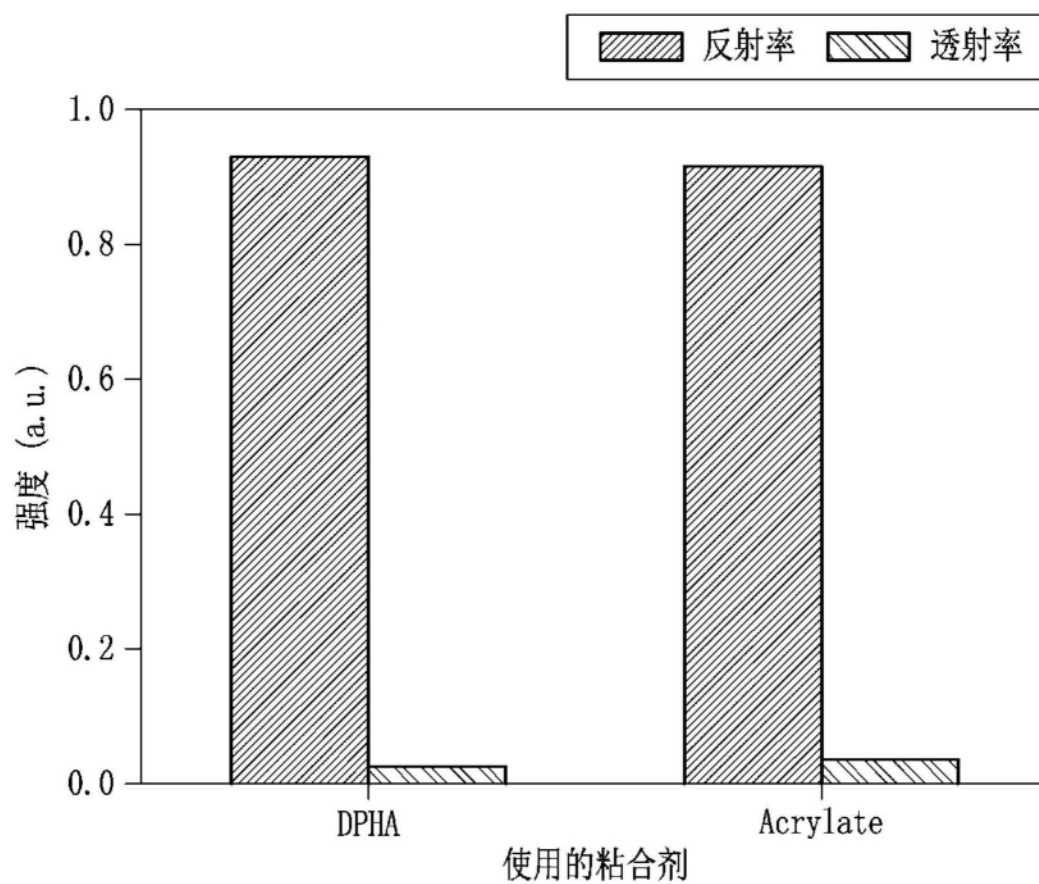
1620

图16C

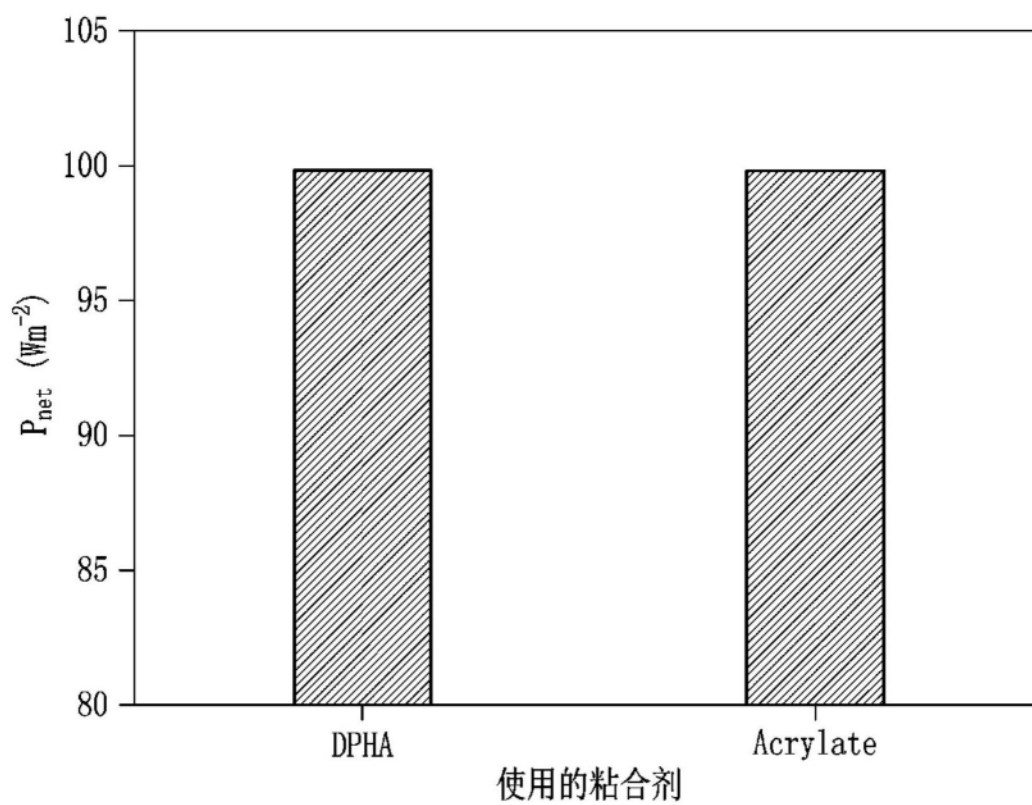
1630

图16D

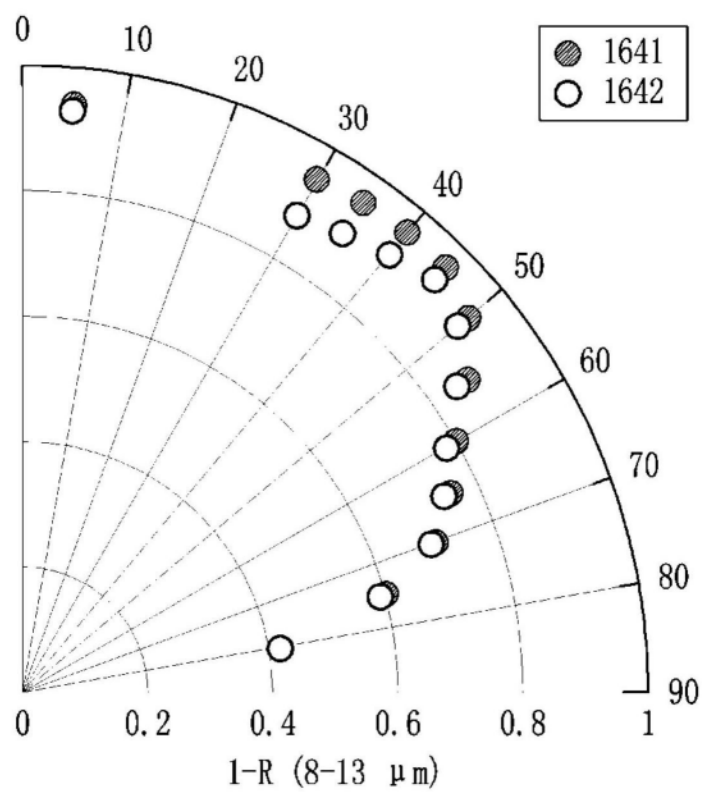
1640

图16E

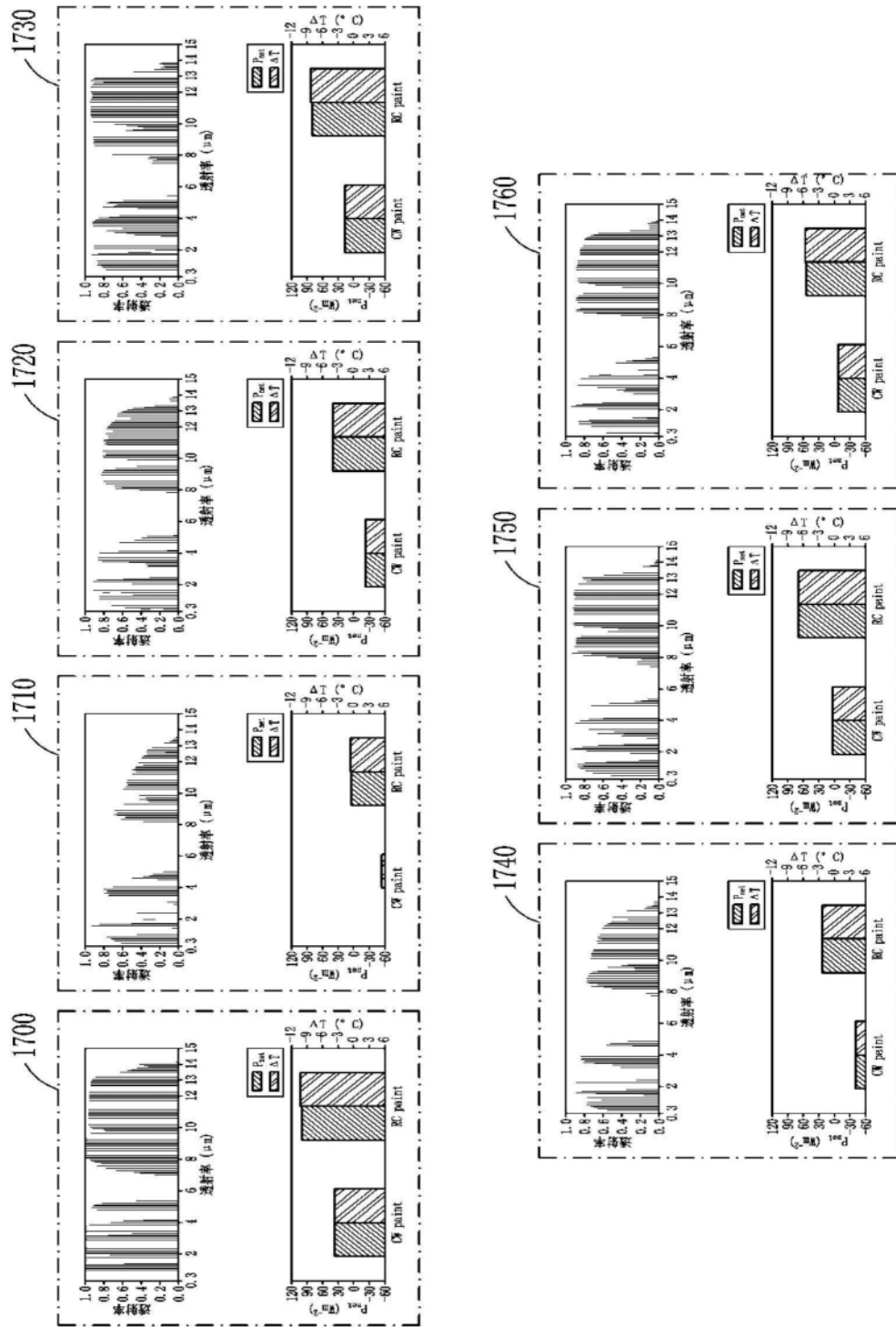


图17

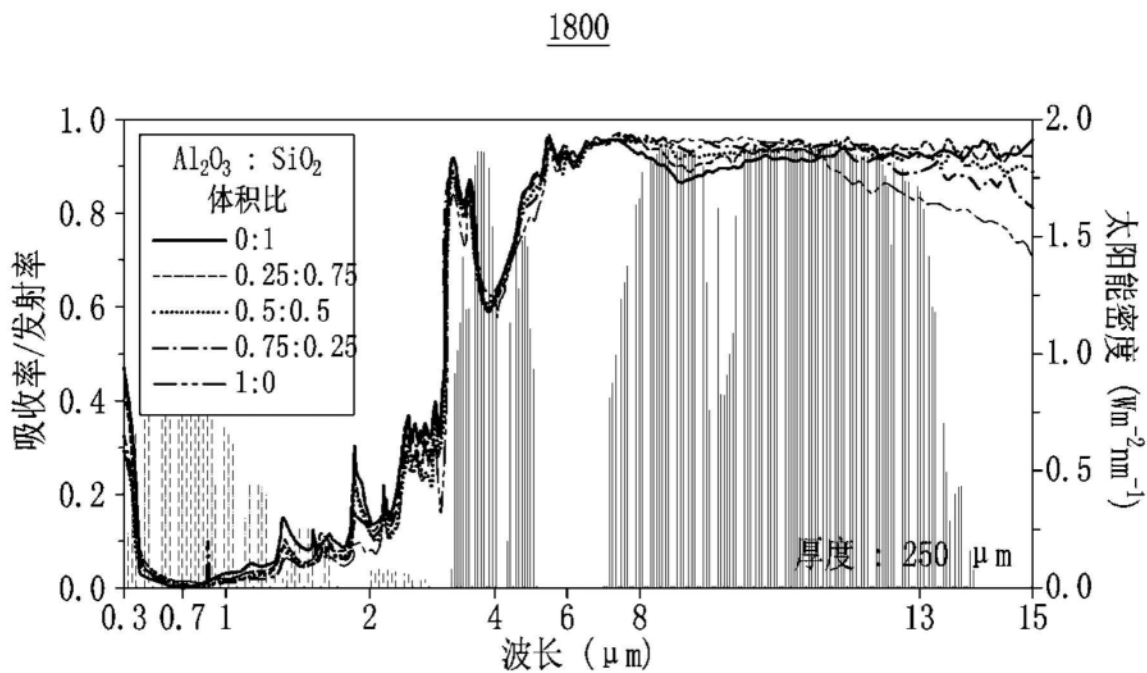


图18

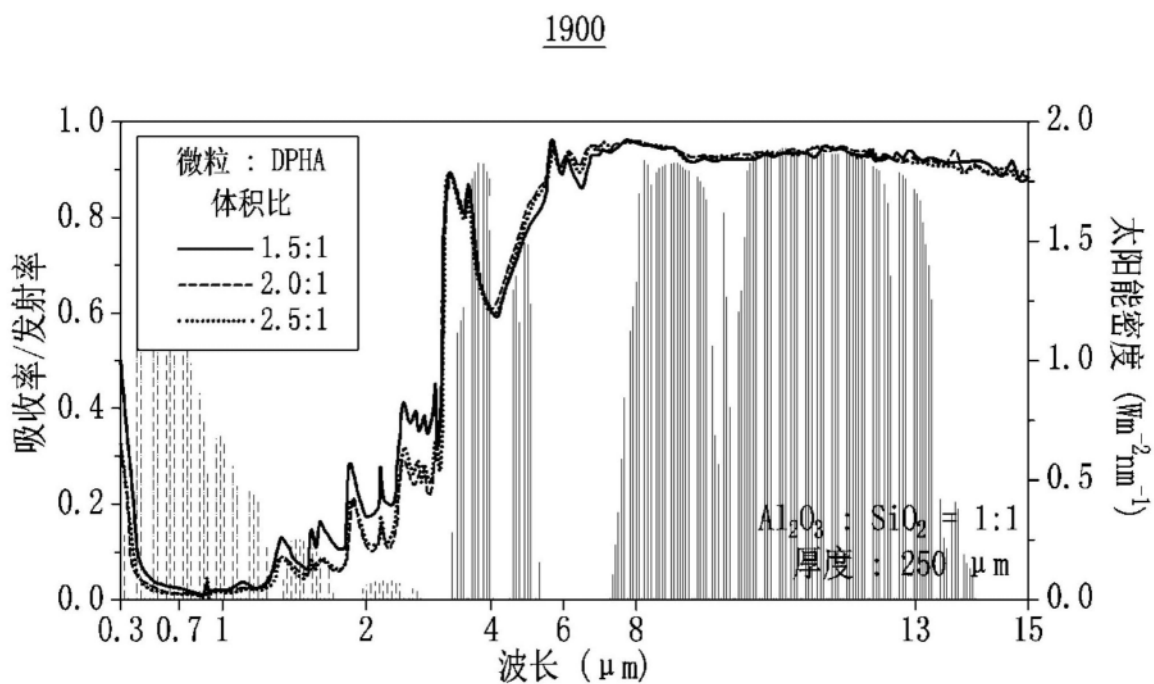


图19A

1910

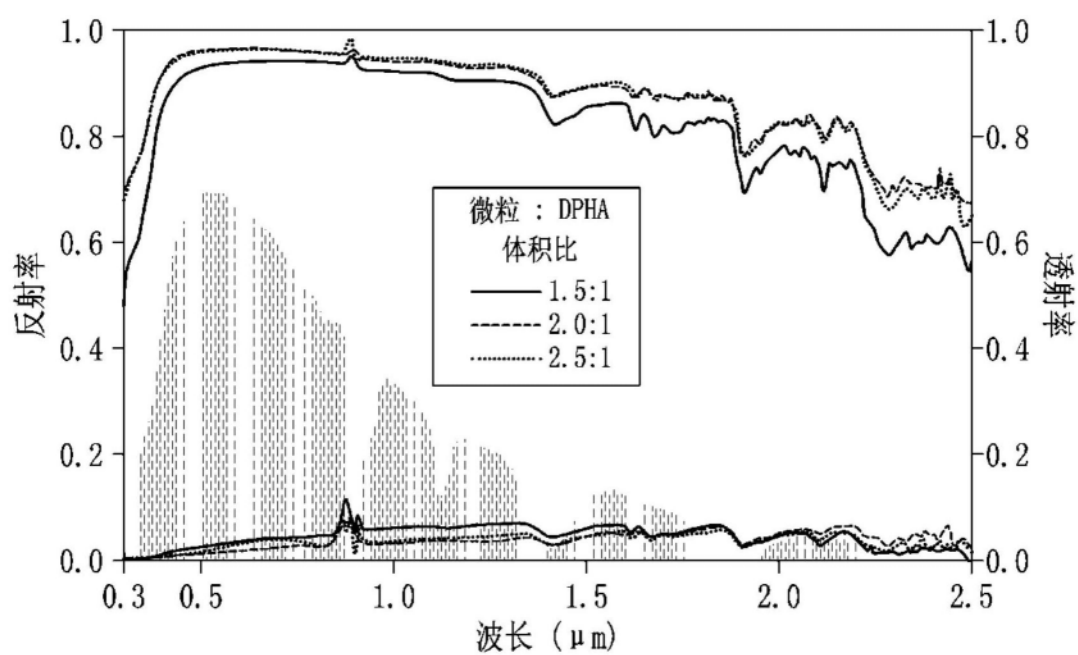


图19B

1920

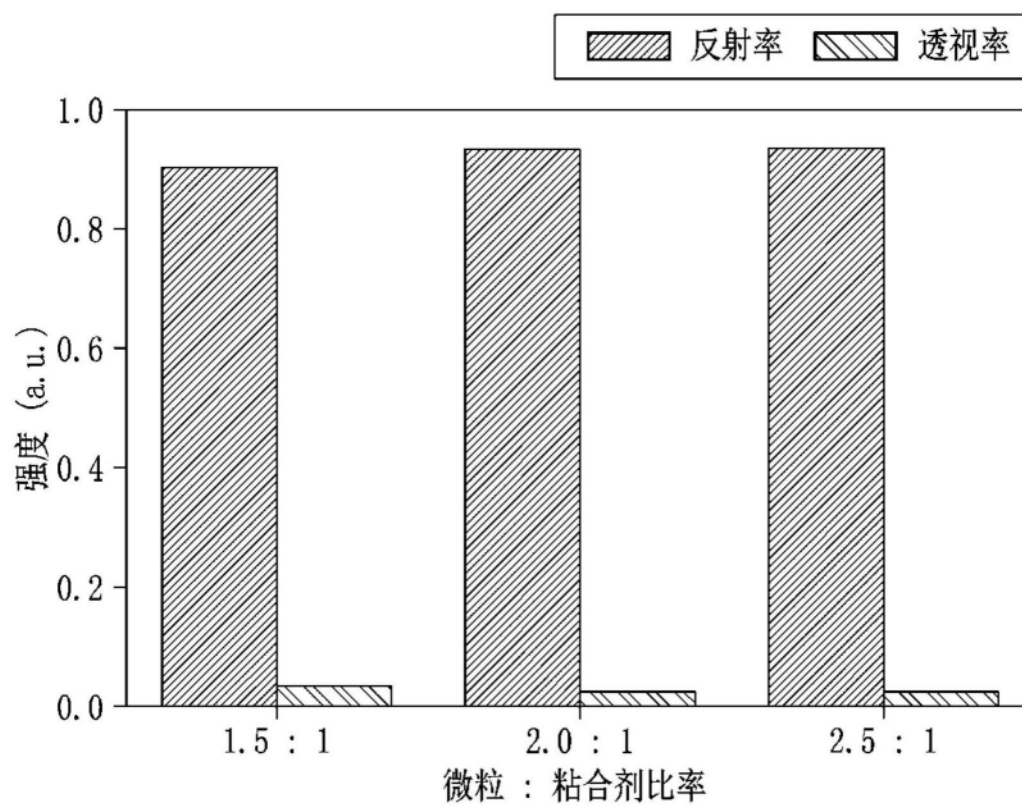


图19C

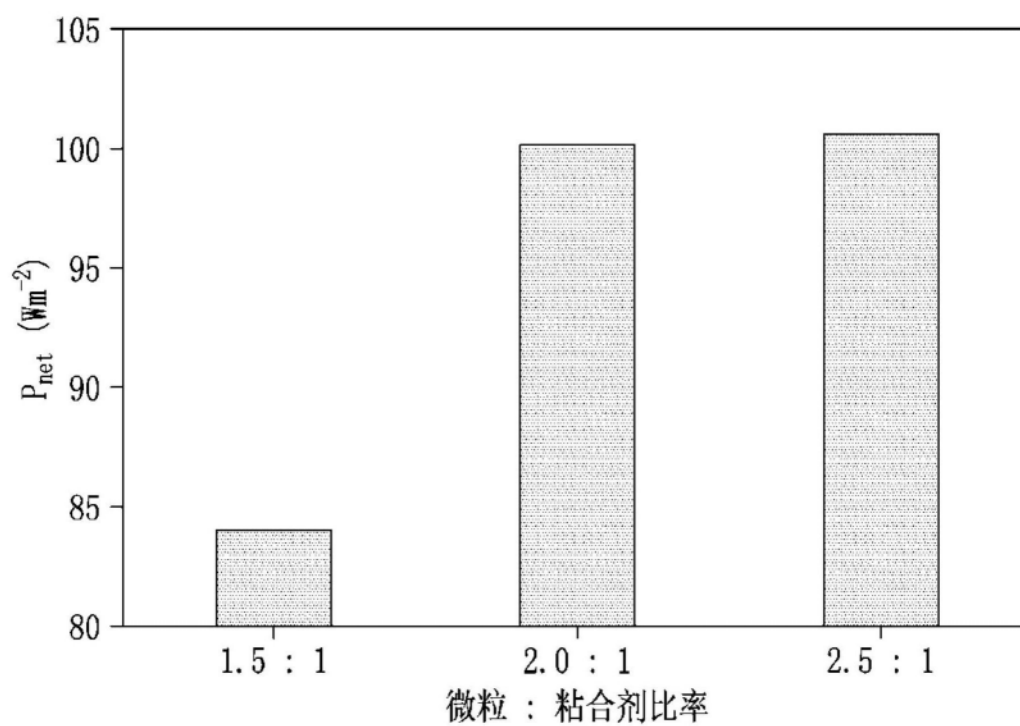
1930

图19D