



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109716009 A

(43)申请公布日 2019.05.03

(21)申请号 201780054709.1

(22)申请日 2017.09.29

(30)优先权数据

2016-194975 2016.09.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.03.06

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/035673 2017.09.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/062541 JA 2018.04.05

(71)申请人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72)发明人 安田英纪 吉泽宏俊 吉弘达矢

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 王亚爱

(51)Int.Cl.

F16L 59/02(2006.01)

F16L 59/08(2006.01)

B32B 5/32(2006.01)

B32B 7/027(2019.01)

B32B 7/023(2019.01)

B32B 27/36(2006.01)

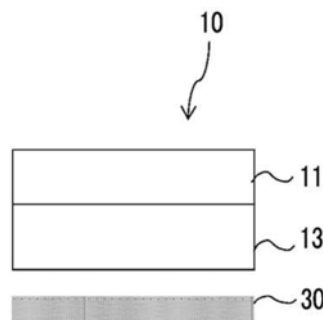
权利要求书1页 说明书13页 附图2页

(54)发明名称

层叠结构

(57)摘要

本发明的一实施方式提供一种层叠结构,该层叠结构从被冷却体侧起依次具备:放射冷却层,含有包含气泡的树脂,且通过放射远红外线来冷却被冷却体;以及隔热层,含有包含气泡的树脂,孔隙率为70%以上,且在层厚方向上所含的气泡的数量为8个以下。



1. 一种层叠结构,其从被冷却体侧起依次具备:  
放射冷却层,含有包含气泡的树脂,通过放射远红外线来冷却所述被冷却体;以及  
隔热层,含有包含气泡的树脂,孔隙率为70%以上,且层厚方向上所含的气泡的数量为8个以下。
2. 根据权利要求1所述的层叠结构,其中,  
所述放射冷却层的日照反射率大于90%。
3. 根据权利要求1或2所述的层叠结构,其中,  
所述放射冷却层中所含的所述气泡的数量平均长度为0.1 $\mu\text{m}$ 以上且20 $\mu\text{m}$ 以下。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的层叠结构,其中,  
所述放射冷却层中所含的所述树脂为聚酯。
5. 根据权利要求4所述的层叠结构,其中,  
所述聚酯为聚对苯二甲酸乙二酯。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的层叠结构,其中,  
所述隔热层的远红外线透射率为50%以上。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的层叠结构,其中,  
所述隔热层中所含的所述树脂为选自聚乙烯、聚丙烯、聚碳酸酯以及聚苯乙烯的树脂。
8. 根据权利要求1~7中任一项所述的层叠结构,其中,  
所述隔热层为气泡缓冲件。
9. 根据权利要求1~8中任一项所述的层叠结构,其中,  
所述放射冷却层的远红外线的辐射率为0.6以上。
10. 根据权利要求1~9中任一项所述的层叠结构,其中,  
所述隔热层中的远红外线的透射率为50%以上。
11. 根据权利要求1~10中任一项所述的层叠结构,其中,  
所述放射冷却层在层厚方向上所含的气泡的数量为10个以上。

## 层叠结构

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种层叠结构。

### 背景技术

[0002] 放射冷却为通常所知的自然现象。从节能等观点出发,期待着利用放射冷却的冷却技术的运用。

[0003] 公开有以下壁结构:在壁材的表面侧,设置有由太阳光反射率高且 $8\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围内的红外线辐射率高的白色的丙烯酸系树脂材形成的第一隔热层,在该第一隔热层上,设置有由导热率低且 $8\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围内的红外线透射率高的聚乙烯泡沫构成的第二隔热层(例如参考日本专利第4743365号公报)。

[0004] 并且,提出有通过 $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2/\text{Ag}$ 层叠膜来反射太阳光,同样地通过 $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2/\text{Ag}$ 层叠膜来放射远红外线,且通过空气层抑制来自于周围的热量的流入,由此实现白天的放射冷却的技术(例如参考美国专利申请公开第2015/0338175A1号说明书)。

### 发明内容

[0005] 发明要解决的技术课题

[0006] 如上述,以往提出有反射太阳光来防止热量流入的技术或设置空气层来发现隔热功能的技术等,也有提供于利用中的技术。例如如日本专利第4743365号公报,在太阳光反射率以及红外线辐射率高的层上设置导热率低的隔热性层的层叠结构中,在底层侧进行放射冷却,由上层侧承担隔热功能,由此抑制热能向内部的侵入。

[0007] 已知如此层叠有放射冷却结构和隔热结构的冷却结构。此时的冷却根据以下原理来实现。

[0008] 1. 反射太阳光,抑制热流入的点

[0009] 2. 作为远红外线而放射热量,且将被冷却体的热量释放到外部的点

[0010] 3. 通过隔热结构来抑制来自于周围的热量流入的点

[0011] 当前的现状是基于上述原理1~3的冷却效果在以往已知的技术中未达到一定满足的程度。

[0012] 具体而言,在以往技术中,在日本专利第4743365号公报中记载的壁结构中,通过使用白色的丙烯酸系树脂材来反射太阳光且作为远红外线而放射热量(上述原理1~2),进一步通过使用聚乙烯泡沫来期待隔热效果(上述原理3)。然而,作为承担放射冷却功能的层而使用白色的丙烯酸系树脂材时,白色的丙烯酸系树脂材中所含的颜料吸收太阳光的一部分尤其是近红外区域的成分,因此难以将日照反射率维持在90%以上。因此,无法获得所需要的冷却效果。并且,在承担隔热功能的层中使用聚乙烯泡沫时,远红外线通过聚乙烯泡沫中所含的大量的气泡进行多次反射、散射,因此难以将红外线透射率维持在50%以上。因此,冷却效果下降。而且,日本专利第4743365号公报中记载的壁结构难以适用于包含弯曲面或凹凸的任意冷却对象物的冷却。

[0013] 在美国专利申请公开第2015/0338175A1号说明书中提出的技术中,通过具有 $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2/\text{Ag}$ 层叠膜,反射太阳光且作为远红外线而放射热量(上述原理1~2),进一步通过具有空气层(气隙),期待隔热效果(上述原理3)。然而,由于是使用了空气层(气隙)的结构,因此难以适用于包含弯曲面或凹凸的任意被冷却体的冷却。

[0014] 如上,实际情况是在以往已知的技术中,未能够提出相对于包含弯曲面或凹凸的任意被冷却体,即使不分昼夜地在太阳光直射下也可以充分地进行利用放射冷却的冷却的技术。

[0015] 本发明的一实施方式是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种即使不分昼夜地在太阳光直射下,基于放射冷却的冷却效果也优异的层叠结构,且课题在于实现该目的。

[0016] 用于解决技术课题的手段

[0017] 用于解决上述课题的具体的方法中包含以下方式。

[0018] <1>一种层叠结构,其从被冷却体侧起依次具备:放射冷却层,含有包含气泡的树脂,通过放射远红外线来冷却被冷却体;以及隔热层,含有包含气泡的树脂,孔隙率为70%以上,且层厚方向上所含的气泡的数量为8个以下。

[0019] <2>根据<1>所述的层叠结构,其中,放射冷却层的日照反射率大于90%。

[0020] <3>根据<1>或<2>所述的层叠结构,其中,放射冷却层中所含的气泡的数量平均长度为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下。

[0021] <4>根据<1>~<3>中任一项所述的层叠结构,其中,放射冷却层中所含的树脂为聚酯。

[0022] <5>根据<4>所述的层叠结构,其中,聚酯为聚对苯二甲酸乙二醇酯。

[0023] <6>根据<1>~<5>中任一项所述的层叠结构,其中,隔热层的远红外线透射率为50%以上。

[0024] <7>根据<1>~<6>中任一项所述的层叠结构,其中,隔热层中所含的树脂为选自聚乙烯、聚丙烯、聚碳酸酯以及聚苯乙烯的树脂。

[0025] <8>根据<1>~<7>中任一项所述的层叠结构,其中,隔热层为气泡缓冲件。

[0026] <9>根据<1>~<8>中任一项所述的层叠结构,其中,放射冷却层的远红外线的辐射率为0.6以上。

[0027] <10>根据<1>~<9>中任一项所述的层叠结构,其中,隔热层中的远红外线的透射率为50%以上。

[0028] <11>根据<1>~<10>中任一项所述的层叠结构,其中,放射冷却层在层厚方向上所含的气泡的数量为10个以上。

[0029] 发明效果

[0030] 根据本发明的一实施方式,提供一种即使不分昼夜地在太阳光直射下,基于放射冷却的冷却效果也优异的层叠结构。

## 附图说明

[0031] 图1是表示相对于放射冷却层的日照反射率的被冷却体的温度依赖性的曲线图。

[0032] 图2是表示本发明的一实施方式的层叠结构物的概略层结构的示意剖视图。

[0033] 图3是表示本发明的另一实施方式的层叠结构物的概略层结构的示意剖视图。

### 具体实施方式

[0034] 以下,对本发明的一实施方式的层叠结构详细进行说明。

[0035] 在本说明书中使用“~”表示的数值范围表示将记载于“~”前后的数值作为下限值以及上限值而包含在内的范围。在本公开中阶段性地记载的数值范围中,在某一数值范围内记载的上限值或下限值可以替换成其他阶段性记载的数值范围的上限值或下限值。并且,在本公开中记载的数值范围内,以某一数值范围记载的上限值或下限值可以替换成实施例中所示的值。

[0036] 在本说明书中,关于组合物中的各成分的量,当在组合物中存在多种相当于各成分的物质时,若没有特别的说明,则表示在组合物中存在的上述多种物质的合计量。

[0037] 未赋予波长范围的限制的“远红外线”通常表示 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ 的波长范围的电磁波,但从基于放射冷却的冷却效果奏效的观点出发,容易在大气中透过的 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围内的远红外线的效果尤其大。从这种理由出发,本说明书中的“远红外线”表示上述波长范围的远红外线中至少在 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围内的远红外线。

[0038] 另外,将本发明中的远红外线在本说明书中也表述为“ $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围的远红外线”或“特定远红外线”。

[0039] 本发明的一实施方式的层叠结构从被冷却体侧起依次具备:放射冷却层,含有包含气泡的树脂,且通过放射远红外线来冷却被冷却体;以及隔热层,含有包含气泡的树脂,孔隙率为70%以上,且在层厚方向上所含的气泡的数量为8个以下。

[0040] 本发明的一实施方式的层叠结构可以在放射冷却层以及隔热层之间进一步层叠有远红外线放射层,且根据需要可以更进一步层叠紫外线吸收层、粘接层、或潜热蓄热层等其他层。

[0041] 在层叠有放射冷却层和隔热层的冷却结构中,如上述需要反射太阳光的日照反射率高,且远红外线的辐射率高(上述原理1、2)。而且,还需要通过隔热结构来抑制来自于周围的热量(上述原理3)。

[0042] 首先,相对于被冷却体的热量的总流入流出 $P_{\text{total}}$ 由下述式(1)表示。式(1)中, $P_{\text{rad}}$ 为远红外线的放射量,且由下述式(2)表示。

[0043] [数式1]

$$P_{\text{total}} = P_{\text{rad}} - P_{\text{diss}} - P_{\text{sun}} \quad (1)$$

$$P_{\text{rad}} = \varepsilon \times T_{\text{insulation}} \times (P_{\text{plank}} - P_{\text{sky}}) \quad (2)$$

[0046]  $P_{\text{plank}}$ 表示由普朗克公式表示的黑体辐射量, $\varepsilon$ 表示放射冷却层的辐射率, $T_{\text{insulation}}$ 表示隔热层的远红外线的透射率。并且, $P_{\text{sky}}$ 表示来自于上空的远红外线的放射量,根据被称作Modified Swinbank model的经验公式来计算。

[0047]  $P_{\text{diss}}$ 表示从周围经隔热层流入的热量,根据隔热层的热阻值和来自于外部气体的对流热传导率来计算。

[0048]  $P_{\text{sun}}$ 表示太阳光的流入量,太阳光的照度乘以放射冷却层的日照反射率来求出。

[0049] 根据式(1),当处于热平衡状态时即 $P_{\text{total}} = 0$ 时的被冷却体的温度成为能够使用冷却结构来进行冷却的温度。

[0050] 在此,根据式(1),在一般的环境下,对用于基于放射冷却的冷却所需的放射冷却层的日照反射率以及隔热层的红外线透射率,通过数值计算来探讨。在计算中,设为外部气体温度30℃、湿度50%RH的环境条件。

[0051] 在图1中,示出相对于放射冷却层的日照反射率的被冷却体的温度依赖性。不同的3个关系线分别表示隔热层的远红外线透射率为90%、70%、50%时的结果。

[0052] 当隔热层的远红外线透射率为90%时,与放射冷却层的日照反射率大于90%时相比,温度下降为比外部气体更低即具有冷却效果。当隔热层的远红外线透射率为70%时,与放射冷却层的日照反射率大于93%时相比,温度下降为比外部气体更低即具有冷却效果。当隔热层的远红外线透射率为50%时,与放射冷却层的日照反射率大于95%时相比,温度下降为比外部气体更低即具有冷却效果。

[0053] 根据上述原理1~3来冷却被冷却体时,优选远红外线透射率为50%以上,且放射冷却层的日照反射率为90%以上的情况。

[0054] 在上述的例如专利文献1中,为了将白色的丙烯酸系树脂材设为放射冷却层而日照反射率成为小于90%,且为了将聚乙烯薄膜设为隔热结构而红外线透射率成为小于60%。即在专利文献1中所记载的技术中,被冷却体的温度高于外部气体,冷却效果匮乏。而且,专利文献1中所记载的技术难以适用于弯曲面或凹凸面等任意的被冷却体。

[0055] 鉴于上述,本发明的一实施方式的层叠结构具有含有包含气泡的树脂且放射远红外线的放射冷却层、以及含有包含气泡的树脂且孔隙率为70%以上而且在层厚方向上所含的气泡的数量为8个以下的隔热层。

[0056] 由此,放射冷却层的日照反射率成为90%以上。并且,在隔热层中,通过基于气泡的孔隙率为70%以上,从而隔热功能显现,通过层厚方向的气泡数为8个以下,从而远红外线的散射得到抑制,远红外线透射率提高至50%以上。结果,即使不分昼夜地在太阳光的直射下,也可获得基于放射冷却的良好的冷却效果。

[0057] 并且,当为柔性的层叠结构时,能够适用于具有弯曲面或凹凸面的任意的被冷却体。

[0058] 在本公开中,“放射冷却”的概念包括利用放射冷却现象在白天的太阳光下及并非太阳光下的夜间等情况下确实地使被冷却体的温度下降的性能、以及利用放射冷却现象抑制在白天的太阳光下及并非太阳光下的夜间等情况下的被冷却体的温度上升的性能等两方面。

[0059] 并且,“隔热”表示导热被抑制,对于具体的导热率没有特别的限定。作为本公开中的“隔热”的导热率,优选小于 $0.1\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,更优选为 $0.08\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下。

[0060] (放射冷却层)

[0061] 放射冷却层含有包含气泡的树脂,且通过放射远红外线来冷却被冷却体。优选放射冷却层反射太阳光,且通过放射远红外线来冷却被冷却体的情况。

[0062] 放射冷却层可以至少具有反射太阳光的功能,也可以具有反射除太阳光以外的电磁波(例如波长超过 $2.5\mu\text{m}$ 且小于 $8\mu\text{m}$ 的电磁波)的功能。

[0063] 放射冷却层为在树脂中具有气泡的树脂层,设为通过在内部包含气泡的树脂形成的层结构。通过包含气泡,能够发挥白色层的功能,且提高太阳光的反射性。当层色相设为白色时,一般通过使层中含有白色系的颜料来进行,但若层中含有颜料则颜料吸收太阳光

的一部分尤其是近红外区域的成分,因此从冷却效果的观点出发,优选颜料的含量少。而且,更优选颜料的含量小于3质量%,进一步优选不包含颜料(0质量%)。

[0064] 优选放射冷却层的日照反射率大于90%。若日照反射率大于90%,则不易产生由太阳光的吸收产生的发热,冷却效果优异。

[0065] 作为日照反射率,根据与上述相同的理由,优选为93%以上,优选为95%以上。

[0066] 日照反射率是遵照记载于JIS A 5759:2008的方法,通过分光光度计来测定扩散反射率,并根据测定出的扩散反射率计算出的值。另外,分光光度计的测定中使用积分球分光光度计。

[0067] 并且,放射冷却层中优选远红外线的辐射率为0.6以上。当远红外线的辐射率为0.6以上时,可获得良好的放热,冷却效果更加优异。

[0068] 作为远红外线的辐射率,根据与上述相同的理由,更优选为0.8以上。

[0069] 放射冷却层中的远红外线的辐射率是通过以下方法测定出的值。

[0070] 首先,关于放射冷却层,使用Varian, Inc. 制的傅里叶变换红外分光分析(FTIR)装置(型号:FTS-7000),分别测定波长 $1.7\mu\text{m}$ ~ $25\mu\text{m}$ 中的分光透射率以及光谱反射比。接着,根据放射冷却层的分光透射率以及光谱反射比的测定值,按照JIS R 3106(板玻璃类的透射率·反射率·辐射率·日照热获取率的试验方法)的附表3中的波长 $8\mu\text{m}$ ~ $13\mu\text{m}$ 中所含的各波长(具体而言为 $8.1\mu\text{m}$ 、 $8.6\mu\text{m}$ 、 $9.2\mu\text{m}$ 、 $9.7\mu\text{m}$ 、 $10.2\mu\text{m}$ 、 $10.7\mu\text{m}$ 、 $11.3\mu\text{m}$ 、 $11.8\mu\text{m}$ 、 $12.4\mu\text{m}$ 以及 $12.9\mu\text{m}$ 的10个点;以下相同。)的每一个,根据以下示出的基尔霍夫(Kirchhoff)法则来计算分光辐射率。

[0071] 基尔霍夫法则:

[0072] 分光辐射率=1-分光透射率-光谱反射比

[0073] 将每一波长的分光辐射率(10个的值)的算术平均值作为放射冷却层的远红外线(尤其 $8\mu\text{m}$ ~ $13\mu\text{m}$ )的波长范围内的辐射率。

[0074] 另外,放射冷却层中的气泡是指由树脂中存在的气泡长度为10nm以上的气体构成的空间。气泡长度是指在各个气泡中将气泡内部的2点连结的线段中的最大的长度。气泡长度是通过与隔热层中的情况相同的方法测定出的值。

[0075] 气体的种类可以为空气,也可以为除氧、氮、二氧化碳等空气以外的其他种类的气体。

[0076] 气泡的形状没有特别的限定,可举出球形、圆柱形、椭圆形、长方体形状(立方体形状)、棱柱形状等各种形状。

[0077] 并且,气体的压力可以为大气压,也可以为比大气压加压或减压。气泡可以分别独立地存在,也可以局部相连而存在。

[0078] 气泡的数量平均长度优选为 $0.1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下。若气泡的数量平均长度为上述范围内,则相对于太阳光,散射截面积变大,显示出高反射率,同时相对于远红外线而散射截面积变小,不会妨碍远红外线的放射。其结果,太阳光反射率以及远红外线辐射率变大,因此能够有效地提高基于放射冷却的冷却效果。

[0079] 在这里,气泡的数量平均长度表示气泡100个量的气泡长度的平均值。

[0080] 作为气泡的数量平均长度,优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $20\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $15\mu\text{m}$ 以下。

[0081] 气泡的数量平均长度通过以下方法测定。

[0082] 使用切片机将层叠结构物与层叠方向平行地(即沿特定远红外线的透过方向)进行切断来使放射冷却层的截面露出后,使用电子显微镜S4100(Hitachi High-Technologies Corporation制)获取倍率1000倍的截面图像。在已获取的截面图像中,将在各个气泡中将气泡内部的2点连结的线段中的最大的长度作为气泡长度。

[0083] 在截面图像中的100处进行以上气泡长度的测定,并将100个测定值的平均值作为气泡的数量平均长度。

[0084] 放射冷却层中的气泡的数量即在将放射冷却层沿远红外线的透过方向切断的截面上,上述透过方向的直线横过的(层厚方向上所舍的)气泡的数量优选为10个以上,更优选为20个以上。

[0085] 若气泡的数量为10个以上,则在获得高太阳光反射率这一点上是有利的。

[0086] 放射冷却层的气泡的数量是按照与隔热层中的情况相同的方法测定出的值。

[0087] 放射冷却层中的气泡的数量通过以下方法来测定。

[0088] 使用切片机将层叠结构物与层叠方向平行地(即沿特定远红外线的透过方向)进行切断,将所获得的截面使用电子显微镜S4100(Hitachi High-Technologies Corporation制)获取倍率1000倍的截面图像。在所获得的截面图像中,画出特定远红外线的透过方向的直线,并测定(计数)该直线横过的气泡的数量。

[0089] 在截面图像中的100处进行以上测定,并将100个测定值的平均值作为气泡的数量。

[0090] 放射冷却层的孔隙率优选为10%以上且90%以下。若孔隙率为10%以上,则在能够赋予充分的太阳光反射率这一点上是有利的。并且,若孔隙率为90%以下,则在能够对放射冷却层赋予充分的强度这一点上是有利的。其中,作为放射冷却层的孔隙率,根据与上述相同的理由,优选为20%以上且90%以下。

[0091] 放射冷却层中的孔隙率通过以下方法来测定。

[0092] 使用切片机将层叠结构物与层叠方向平行地(即沿特定远红外线的透过方向)进行切断来使隔热层的截面露出后,使用电子显微镜S4100(Hitachi High-Technologies Corporation制)获取倍率1000倍的截面图像。在已获取的截面图像中,分别测定相当于气泡的部分的面积a以及相当于气泡以外的部分的面积b,通过以下的计算式求出隔热层的孔隙率。

[0093] 孔隙率(%) = (面积a / (面积a + 面积b)) × 100

[0094] 孔隙率的测定利用相当于放射冷却层的截面的实际面积500mm<sup>2</sup>的量的截面图像来计算。

[0095] 气泡可以在放射冷却层的层厚方向上均匀地分布,也可以仅分布有一部分。

[0096] 作为放射冷却层中所舍的树脂,能够根据目的从太阳光的吸收少且远红外线的放射大的树脂材料中选择。

[0097] 作为树脂,例如可举出聚烯(聚乙烯、聚丙烯、聚4-甲基戊烯-1、聚丁烯-1等)、聚酯(聚对苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯等)、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚苯硫醚、聚醚砜、聚环硫乙烷(polyethylene sulfide)、聚苯醚、聚苯乙烯、丙烯酸树脂、聚酰胺、聚酰亚胺、醋酸纤维素等纤维素等。



[0098] 其中,作为树脂,尤其从加工性以及光学特性优异出发,优选聚酯,尤其优选聚对苯二甲酸乙二酯(PET)。

[0099] PET的加工性优异,且易轻松地形成气泡。并且,PET的光学特性优异,可将太阳光吸收抑制为较低,且提高远红外放射能。因此,成为冷却效果更优异的放射冷却层。

[0100] 作为放射冷却层中的树脂的量,能够相对于放射冷却层的总固体成分设为50质量%以上且100质量%以下的范围。

[0101] 作为放射冷却层,可以使用已上市的市售品。作为市售品的例子,能够举出Furukawa Electric Co.,Ltd.制的超微细发泡光反射板MCPET系列(例如MCPET M4、MCPET RB)、MCPOLYCA系列(例如MCPET YM)、Toray Industries,Inc.制的白色聚对苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜(例如Lumirror E20、E22、E28G、E60)等。

[0102] 作为放射冷却层的厚度,优选为10 $\mu\text{m}$ 以上且10000 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为20 $\mu\text{m}$ 以上且5000 $\mu\text{m}$ 以下。若厚度为上述范围内,则从可保持放射冷却层的柔软性且能够实现充分的太阳光反射率等方面出发是适当的。

[0103] (隔热层)

[0104] 隔热层含有包含气泡的树脂,孔隙率为70%以上,且在层厚方向上所含的气泡的数量为8个以下。若隔热层的孔隙率以及气泡数为上述范围内,则成为冷却效果优异的放射冷却层。作为隔热层,只要使远红外线透过,且使太阳光透过或进行反射,则能够根据目的来适当选择。

[0105] 在此,隔热层中的气泡是指由树脂中存在的气泡长度为10nm以上的气体构成的空间。气泡长度是指在各个气泡中将气泡内部的2点连结的线段中的最大的长度。气泡长度是通过后述方法测定出的值。

[0106] 气体的种类可以为空气,也可以为除氧、氮、二氧化碳等空气以外的其他种类的气体。

[0107] 气泡的形状没有特别的限定,可举出球形、圆柱形、椭圆形、长方体形状(立方体形状)、棱柱形状等各种形状。

[0108] 并且,气体的压力可以为大气压,也可以为比大气压加压或减压。气泡可以分别独立地存在,也可以局部相连而存在。

[0109] 隔热层的孔隙率设为70%以上。若孔隙率为70%以上,则防止由除空气以外的部分引起的导热变大,容易良好地维持隔热效果。

[0110] 其中,作为孔隙率,根据与上述相同的理由,优选为80%以上,更优选为90%以上。另外,孔隙率的上限值能够设为98%。

[0111] 隔热层的孔隙率为通过以下方法测定出的值。

[0112] 使用切片机将层叠结构物与层叠方向平行地进行切断,使隔热层的截面露出后,使用光学显微镜ME600L(NIKON CORPORATION制)获取了倍率10倍的截面图像。在已获取的截面图像中,分别测定相当于气泡的部分的面积a以及相当于气泡以外的部分的面积b,通过以下的计算式求出隔热层的孔隙率。

[0113] 隔热层的孔隙率(%) = (面积a / (面积a + 面积b))  $\times$  100

[0114] 孔隙率的测定利用相当于隔热层的截面的实际面积500mm<sup>2</sup>的量的截面图像来计算。

[0115] 隔热层的层厚方向上的气泡的数量设为8个以下。即,在将隔热层沿 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围的远红外线(特定远红外线)的透过方向切断的截面上,上述透过方向的直线横过的气泡的数量为8个以下。若气泡的数量为8个以下,远红外线的散射得到抑制,远红外线透射率即放射冷却性能提高。

[0116] 大多数情况下树脂的折射率在远红外线区域中为1.5左右,因此在树脂和气泡的界面上因反射而损失的远红外线成为4%左右。相对于1个气泡产生2次反射,因此当气泡的数量超出9个时,远红外线透射率小于50%。即,无法获得放射冷却的效果。

[0117] 上述之中,作为气泡的数量,根据与上述相同的观点,优选为7个以下。作为气泡的数量的下限,能够设为1个以上,2个以上是适宜的。

[0118] 上述气泡的数量表示如下测定出的值。

[0119] 即使用切片机将层叠结构(具体而言为隔热层)沿特定远红外线的透过方向进行切断,在所获得的截面上,使用显微镜(倍率:10倍)获取截面图像。在所获得的截面图像中,画出特定远红外线的透过方向的直线,并测定(计数)该直线横过的气泡的数量。

[0120] 在截面图像中的100处进行以上测定,并将100个测定值的平均值作为气泡的数量。

[0121] 并且,隔热层中所含的气泡的数量平均长度优选为1mm以上。由此,特定远红外线的散射次数和/或反射次数减少,因此特定远红外线的透射率更加提高。

[0122] 当气泡的数量平均长度为1mm以上时,气泡的数量平均长度更优选为1mm~50mm,进一步优选为1mm~30mm,尤其优选为1mm~20mm。

[0123] 隔热层中所含的气泡的数量平均长度表示气泡100个量的气泡长度的平均值。

[0124] 气泡的长度以及气泡的数量平均长度为如下测定出的值。

[0125] 即使用切片机将层叠结构(具体而言为隔热层)与层叠方向平行地进行切断,使用光学显微镜ME600L(NIKON CORPORATION制)从切断面获取倍率10倍的截面图像。在所获得的截面图像中,将各个气泡中连结了气泡内部的2点的线段中最大的长度作为气泡长度。

[0126] 对截面图像中的100处进行以上气泡长度的测定,将100个测定值的平均值作为气泡的数量平均长度。

[0127] 隔热层中的远红外线的透射率优选为50%以上。若隔热层中的远红外线的透射率为50%以上,则隔热层内的远红外线透射率变高,基于放射冷却的冷却效果更加提高。

[0128] 其中,作为远红外线的透射率,更优选70%以上,进一步优选80%以上。

[0129] 隔热层中的远红外线的透射率表示JIS R 3106(1998年)的附表3中的 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围内所含的波长中的分光透射率的算术平均值,通过以下方法测定。

[0130] 远红外线的透射率的测定使用Varian, Inc.制的傅里叶变换红外分光分析(FTIR)装置(型号:FTS-7000)测定波长 $1.7\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ 的范围内的分光透射率。

[0131] 在 $1.7\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ 的波长范围的分光透射率的测定结果中,将JIS R 3106(1998年)的附表3中的波长 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围内所含的波长(具体而言为 $8.1\mu\text{m}$ 、 $8.6\mu\text{m}$ 、 $9.2\mu\text{m}$ 、 $9.7\mu\text{m}$ 、 $10.2\mu\text{m}$ 、 $10.7\mu\text{m}$ 、 $11.3\mu\text{m}$ 、 $11.8\mu\text{m}$ 、 $12.4\mu\text{m}$ 以及 $12.9\mu\text{m}$ 的10个点的波长)中的分光透射率的值(10个的值)进行算术平均,以此设为远红外线的透射率。

[0132] 关于形成隔热层的材料,优选远红外线的透射率高的树脂材料。

[0133] 具体而言,作为树脂材料,例如可举出聚乙烯、聚丙烯、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚降

茨冰片烯等。尤其从加工性优异的观点出发,优选聚乙烯。

[0134] 并且,作为形成隔热层的材料,根据目的可以包含上述树脂材料的2种以上的混合物,若为不影响远红外线的透射率的范围,则也可以包含不可避免杂质。

[0135] 作为显示上述特性的隔热层的具体例,可举出气泡缓冲件。

[0136] 气泡缓冲件是指例如在面方向上存在1个或多个空气被封装的空间的材料。若使用气泡缓冲件,则隔热层内的远红外线的散射次数变少。换言之,隔热层中的远红外线透射率变高,基于放射冷却的冷却效果提高。

[0137] 作为气泡缓冲件的例子,作为已上市的市售品可举出Air-Cap(注册商标、Sakai Chemical Industry Co.,Ltd.制)、Putiputi(注册商标、Kawakami Sangyo Co.,ltd.制、例如d35、d42)、Minapack(注册商标、Sakai Chemical Industry Co.,Ltd.制)、Capron(注册商标、JSP CO.,LTD制)等。

[0138] 作为隔热层的厚度,优选1mm以上且50mm以下,更优选2mm以上且25mm以下。若隔热层的厚度为1mm以上,则在确保隔热效果方面是适宜的。并且,若隔热层的厚度为50mm以下,则能够对隔热层赋予充分的柔软性。

[0139] (其他层)

[0140] 本发明的一实施方式的层叠结构除了上述放射冷却层以及隔热层以外,还可以具有远红外线放射层,根据需要还可以进一步具有与目的相应的其他层。作为其他层的例子,可举出潜热蓄热层、紫外线(UV)吸收层、粘接层等。

[0141] -远红外线放射层-

[0142] 在放射冷却层以及隔热层之间能够设置远红外线放射层。

[0143] 通过配置远红外线放射层,能够更加提高波长 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 中的特定远红外线的放射性能。

[0144] 远红外线放射层优选配置成设为太阳光吸收率为10%以下,且波长 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 中的特定远红外线的辐射率为50%以上的层。

[0145] 优选远红外线放射层的放射特定远红外线的方向的 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的波长范围内的平均辐射率为0.80以上,更优选为0.85以上,尤其优选为0.90以上。

[0146] 若远红外线放射层的平均辐射率为0.80以上,则远红外线放射层的波长 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 中的远红外线的放射性能更加提高,因此放射冷却性能更加提高。

[0147] 远红外线放射层的平均辐射率是通过与已叙述的放射冷却层中的红外线的辐射率的测定相同的方法测定出的值。

[0148] 远红外线放射层在结构方面没有特别的限定,可以为单层膜、多层膜、微粒分散结构或包含气泡的结构等任一形态,能够根据目的等来选择。

[0149] 作为用于形成远红外线放射层的材料,从柔软性优异且提高远红外线的辐射率的观点出发,优选使用树脂。

[0150] 作为树脂,例如可举出聚烯(例如聚乙烯、聚丙烯、聚4-甲基戊烯-1、聚丁烯-1等)、聚酯(例如聚对苯二甲酸乙二酯、聚萘二甲酸乙二酯等)、聚碳酸酯、聚氯乙烯、聚苯硫醚、聚醚砜、聚环硫乙烷(polyethylene sulfide)、聚苯醚、聚苯乙烯、丙烯酸树脂、聚酰胺、聚酰亚胺以及醋酸纤维素等纤维素等。

[0151] 并且,将粘接放射冷却层和隔热层的粘接剂作为远红外线放射层来设置的形态也

是适宜的。

[0152] 在这里,将本发明的层叠结构的实施方式示于图2~图3。

[0153] 层叠结构物如图2所示也可以为双层结构。层叠结构物10从靠近被冷却体30的一侧起依次层叠有放射冷却层13、隔热层11,在被冷却体30上配置有层叠结构物10,由此抑制被冷却体吸收太阳光的同时被放射冷却。具体而言,至少具有 $8\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的波长的远红外线从放射冷却层13放射并通过隔热层,且由隔热层抑制来自于外部的热量的流入,从而被冷却体30被冷却。层叠结构物10可以仅配置于被冷却体30的表面,也可以粘接在被冷却体的表面上来使用。

[0154] 并且,层叠结构物如图3所示可以具有三层结构。层叠结构物20从靠近被冷却体30的一侧起依次层叠有放射冷却层23、远红外线放射层25、隔热层21。通过在被冷却体30上配置层叠结构物20,由此抑制被冷却体吸收太阳光的同时,有效地被放射冷却。在进一步配置有远红外线放射层25的三层结构的情况下,与上述双层结构的情况同样地进行被冷却体的冷却,但由于具备远红外线放射层25,因此冷却效果更加优异。层叠结构物20可以仅配置于被冷却体30的表面,也可以粘接在被冷却体的表面上来使用。

[0155] 实施例

[0156] 以下,将本发明通过实施例来进行更具体的说明,但本发明只要不超出其主旨,则并不限定于以下实施例。另外,只要没有特别的限定,则“份”为质量基准。

[0157] 另外,在本实施例中,作为在日照反射率的测定中使用的分光光度计,使用了JASCO Corporation制分光光度计V-670。

[0158] (实施例1)

[0159] 作为放射冷却层,准备白色的聚对苯二甲酸乙二酯(PET)(MCPET M4(厚度1.0mm、Furukawa Electric Co.,Ltd.制)),在PET薄片上,作为隔热层将气泡缓冲件(气泡长度10mm、厚度3.5mm;d42、Kawakami Sangyo Co.,ltd.制)使用粘接剂(GP Clear、Konishi Co.,Ltd.制)进行粘接,制作了层叠结构物。

[0160] (实施例2)

[0161] 作为放射冷却层准备白色的聚对苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜(厚度 $75\mu\text{m}$ 、Lumirror(注册商标)E60、Toray Industries,Inc.制),在PET薄膜上作为隔热层将气泡缓冲件(d42、Kawakami Sangyo Co.,ltd.制)使用粘接剂(GP Clear、Konishi Co.,Ltd.制)进行粘接,制作了层叠结构物。

[0162] (实施例3)

[0163] 作为放射冷却层准备白色的聚对苯二甲酸乙二酯(PET)薄片(MC-PET M4(厚度1.0mm、Furukawa Electric Co.,Ltd.制)),在PET薄片上作为隔热层将气泡缓冲件(d42、Kawakami Sangyo Co.,ltd.制)使用粘接剂(GP Clear、Konishi Co.,Ltd.制)重叠2个进行粘接,制作了层叠结构物。

[0164] 另外,在2个气泡缓冲件之间也利用同样的粘接剂(GP Clear、Konishi Co.,Ltd.制)进行了粘接。

[0165] (实施例4)

[0166] 作为放射冷却层准备白色的聚对苯二甲酸乙二酯(PET)薄膜(厚度 $75\mu\text{m}$ 、Lumirror(注册商标)E60、Toray Industries,Inc.制),在PET薄膜上作为隔热层将气泡缓冲件(d42、

Kawakami Sangyo Co.,Ltd.制)使用粘接剂(GP Clear、Konishi Co.,Ltd.制)重叠2个进行粘接,制作了层叠结构物。

[0167] 另外,在2个气泡缓冲件之间也利用同样的粘接剂(GP Clear、Konishi Co.,Ltd.制)进行了粘接。

[0168] (比较例1)

[0169] 准备透明的聚对苯二甲酸乙二酯(透明PET)薄膜(Lumirror T60、Toray Industries,Inc.制、厚度=100 $\mu$ m),在透明PET薄膜的表面上将丙烯酸系白色涂料(supercoat白、Asahipen Corp.制)进行喷涂,在涂布面上作为隔热层将厚度10mm的聚乙烯泡沫(FOAM ACE、Furukawa Electric Co.,Ltd.制)使用粘接剂(GP Clear、Konishi Co.,Ltd.制)进行粘接,制作了层叠结构物。

[0170] (比较例2)

[0171] 作为放射冷却层准备白色的聚对苯二甲酸乙二酯(PET)薄片(MC-PET M4(厚度1.0mm、Furukawa Electric Co.,Ltd.制),在PET薄片上作为隔热层将厚度10mm的聚乙烯泡沫(FOAM ACE、Furukawa Electric Co.,Ltd.制)使用粘接剂(GP Clear、Konishi Co.,Ltd.制)进行粘接,制作了层叠结构物。

[0172] (测定以及评价)

[0173] 对在实施例以及比较例中制作的层叠结构物进行了以下测定以及评价。将测定以及评价的结果示于表1。

[0174] -1.放射冷却层的日照反射率-

[0175] 遵照JIS A 5759:2008中记载的方法,通过分光光度计V-670(JASCO Corporation制;积分球分光光度计)测定扩散反射率,根据测定出的扩散反射率计算了日照反射率。

[0176] -2.放射冷却层的气泡的数量平均长度-

[0177] 使用切片机将层叠结构物与层叠方向平行地进行切断来使放射冷却层的截面露出后,使用电子显微镜S4100(Hitachi High-Technologies Corporation制)获取了倍率1000倍的截面图像。在获取的截面图像中,将各个气泡中连结气泡内部的2点的线段中最大的长度作为气泡长度。

[0178] 对截面图像中的100处进行以上气泡长度的测定,将100个测定值的平均值作为了气泡的数量平均长度。

[0179] -3.放射冷却层的波长8 $\mu$ m~13 $\mu$ m中的远红外线辐射率-

[0180] 首先,关于放射冷却层,使用Varian,Inc.制的傅里叶变换红外分光分析(FTIR)装置(型号:FTS-7000)分别测定了波长1.7 $\mu$ m~25 $\mu$ m中的分光透射率以及光谱反射比。接着,根据放射冷却层的分光透射率以及光谱反射比的测定值,对于JIS R 3106(板玻璃类的透射率·反射率·辐射率·日照热获取率的试验方法)的附表3中的波长8 $\mu$ m~13 $\mu$ m中所含的各波长(具体而言为8.1 $\mu$ m、8.6 $\mu$ m、9.2 $\mu$ m、9.7 $\mu$ m、10.2 $\mu$ m、10.7 $\mu$ m、11.3 $\mu$ m、11.8 $\mu$ m、12.4 $\mu$ m以及12.9 $\mu$ m的10个点;以下相同。)的每一个,根据以下示出的基尔霍夫法则来计算了分光辐射率。

[0181] 基尔霍夫法则:

[0182] 分光辐射率=1-分光透射率-光谱反射比

[0183] 将每一波长的分光辐射率(10个值)的算术平均值作为了放射冷却层的8 $\mu$ m~13 $\mu$ m

的波长范围中的平均辐射率。

[0184] -4. 隔热层的孔隙率-

[0185] 使用切片机将层叠结构物与层叠方向平行地进行切断,使隔热层的截面露出后,使用光学显微镜ME600L(NIKON CORPORATION制)获取了倍率10倍的截面图像。在已获取的截面图像中,分别测定相当于气泡的部分的面积a以及相当于气泡以外的部分的面积b,通过以下的计算式求出了隔热层的孔隙率。

[0186] 隔热层的孔隙率(%) = (面积a / (面积a + 面积b)) × 100

[0187] 孔隙率的测定使用相当于隔热层的截面的实际面积500mm<sup>2</sup>的量的截面图像来计算。

[0188] -5. 隔热层的层厚方向上的气泡的个数-

[0189] 使用切片机将层叠结构物与层叠方向平行地进行切断来使放射冷却层的截面露出后,使用光学显微镜ME600L(NIKON CORPORATION制)获取了倍率10倍的截面图像。在已获取的截面图像中,画出隔热层的层厚方向的直线,并测定(计数)直线横过的气泡的数量。对截面图像中的100处进行该操作,将100个测定值的平均值作为了气泡的数量。

[0190] -6. 隔热层的远红外线透射率的测定-

[0191] 关于隔热层,使用Varian, Inc. 制的傅里叶变换红外分光分析(FTIR)装置(型号:FTS-7000)测定了波长1.7μm~25μm中的分光透射率。

[0192] 在1.7μm~25μm的波长范围的分光透射率的测定结果中,通过对JIS R 3106(1998年)的附表3中的波长8μm~13μm的波长范围所包含的波长(具体的而言为8.1μm、8.6μm、9.2μm、9.7μm、10.2μm、10.7μm、11.3μm、11.8μm、12.4μm以及12.9μm的10个点的波长)中的分光透射率的值(10个的值)进行算术平均来作为了远红外线的透射率。

[0193] -7. 隔热性-

[0194] 使用在实施例1~4以及比较例1~2中制作的层叠结构物,在照射直射光的户外,将层叠结构物的温度利用K型热电偶进行30分钟的测定并求出了平均温度1。并且,将外部气体的温度通过温度计进行测定,求出了平均温度2。

[0195] 将测定出的平均温度1以及平均温度2进行比较,将两者的温度差(平均温度1-平均温度2)作为指标评价了相对于层叠结构物的隔热性。层叠结构物的平均温度1与外部气体的平均温度2相比为低温,且可以说温度差越大则隔热性越优异。

[0196] [表1]

[0197]

	放射冷却层			隔热层				隔热性评价		
	气泡数量 平均长度	日照 反射率	远红外线 辐射率	孔隙率	层厚方向 上的气泡 的个数	远红外线 透射率	厚度	外部气体 温度 [°C]	层叠结构 物温度 [°C]	温度差 [°C]
实施例1	10 μm	97%	0.84	90%	1	72%	3.5mm	30	27	-3
实施例2	5 μm	93%	0.87	90%	1	72%	3.5mm	30	28	-2
实施例3	10 μm	97%	0.84	90%	2	65%	7mm	30	26	-4
实施例4	5 μm	93%	0.87	90%	2	65%	7mm	30	27	-3
比较例1	-	86%	0.85	80%	120	5%	10mm	30	34	4
比较例2	10 μm	97%	0.84	80%	120	5%	10mm	30	32	2

[0198] 如表1所示,可知实施例1~4的层叠结构物与外部气体相比温度下降,隔热效果显现。

[0199] 另一方面,如比较例1~2所示,当不满足隔热层的膜厚方向上所含的气泡的个数为8个以下或放射冷却层的日照反射率大于90%中的任一个或两个时,与外部气体相比,层叠结构物的温度上升,隔热效果未显现。

[0200] 2016年9月30日申请的日本专利申请2016-194975中公开的整体内容通过参考而引入本说明书中。

[0201] 本说明书中所记载的所有文献、专利申请及技术标准,以与各个文献、专利申请及技术标准通过参考而被具体且独立记述的情况相同的程度,通过参考而被并入本说明书中。

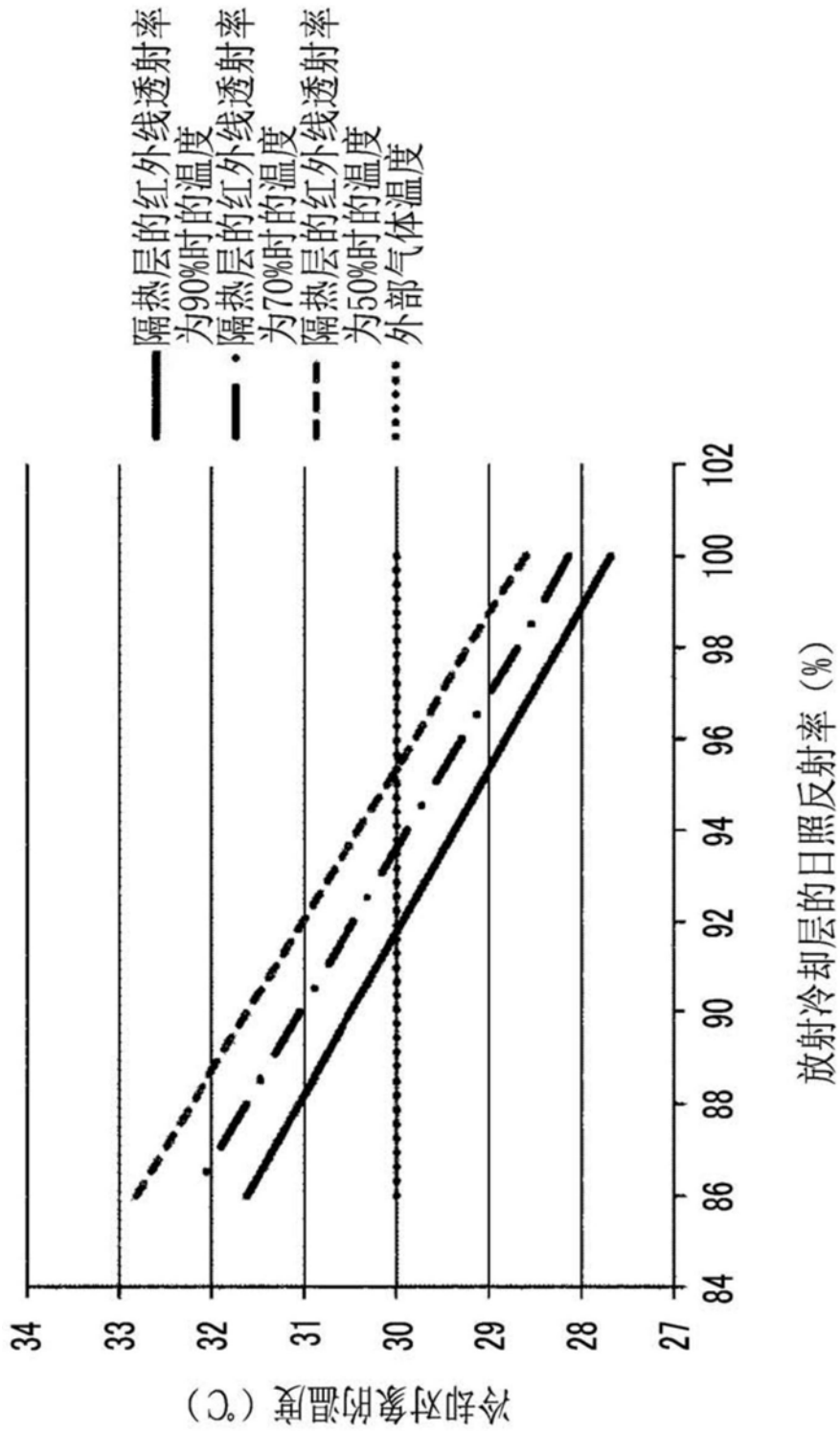


图1



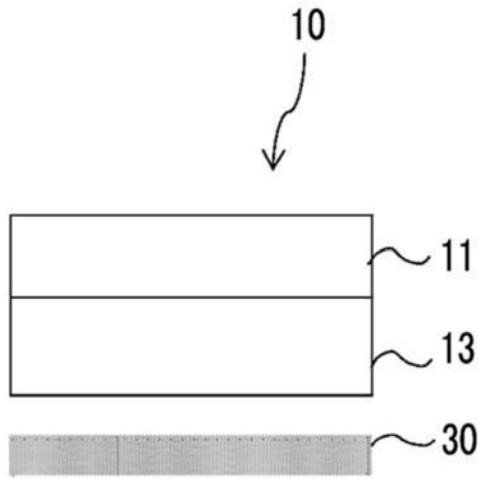


图2

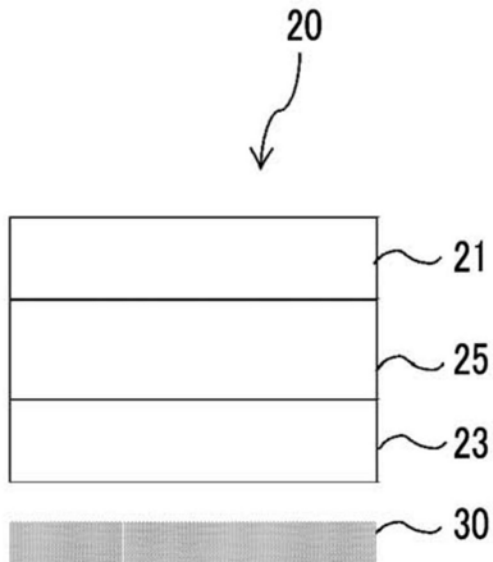


图3