



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108463333 B

(45) 授权公告日 2020.12.18

(21) 申请号 201780006108.3

(22) 申请日 2017.01.11

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108463333 A

(43) 申请公布日 2018.08.28

(30) 优先权数据

2016-018017 2016.02.02 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.07.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/000550 2017.01.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/134988 JA 2017.08.10

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 清水隆之 阿部俊夫

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张思宝

(51) Int.Cl.

B29C 70/06 (2006.01)

G01K 11/32 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 201042833 Y, 2008.04.02

审查员 高菲菲

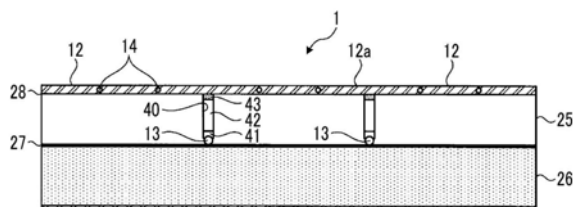
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

### (54) 发明名称

复合材料的成型装置及复合材料的成型方法

### (57) 摘要

本发明提供一种复合材料的成型装置及复合材料的成型方法。本发明的成型复合材料的复合材料的成型装置(1)具备:主体部(11);复合材料层(12);包覆主体部(11)的表面并形成成型复合材料的成型面(12a);线状的光纤温度传感器(14),埋设于复合材料层(12);加热部(13),设置于主体部(11)的内部;及控制装置(15),根据基于光纤温度传感器(14)的测量温度来控制加热部(13),光纤温度传感器(14)二维配置于与成型面(12a)平行的面内。



1. 一种成型复合材料的复合材料的成型装置,其特征在于,具备:  
主体部;  
复合材料层,包覆所述主体部的表面且形成成型所述复合材料的成型面;  
线状的光纤温度传感器,埋设于所述复合材料层;  
加热部,设置于所述主体部的内部;及  
控制装置,根据基于所述光纤温度传感器的测量温度来控制所述加热部,  
所述光纤温度传感器二维配置于与所述成型面平行的面内,  
所述控制装置预先存储如下数据:  
所述复合材料的实际温度与通过所述光纤温度传感器测量的测量温度的相关关系;  
相对于所述加热部的加热量的对所述成型面的热响应;及  
所述复合材料的目标成型温度,  
根据通过所述光纤温度传感器测量的所述测量温度,从所述相关关系中计算所述复合材料的实际温度,  
计算所述计算的所述复合材料的所述实际温度与预先存储的所述复合材料的所述目标成型温度的温差,  
根据所述热响应控制所述加热部而使所述温差变小,  
所述光纤温度传感器的一部分设置于在所述成型面内成为最高温度的位置,所述光纤温度传感器的另一部分设置于在所述成型面内成为最低温度的位置。
2. 根据权利要求1所述的复合材料的成型装置,其特征在于,所述加热部能够分别在设定于所述成型面上的多个加热区域加热,  
所述控制装置在多个所述加热区域控制基于所述加热部的加热量。
3. 根据权利要求1或2所述的复合材料的成型装置,其特征在于,  
所述主体部包含碳发泡体。
4. 一种成型复合材料的复合材料的成型方法,其特征在于,具备:  
测量温度获取工序,获取通过光纤温度传感器测量的测量温度,该光纤温度传感器埋设于形成成型所述复合材料的成型面的复合材料层;  
实际温度获取工序,根据所述复合材料的实际温度与通过所述光纤温度传感器测量的测量温度的相关关系而获取所述复合材料的实际温度;  
目标成型温度获取工序,获取所述复合材料的目标成型温度;  
差量计算工序,计算所述目标成型温度与所述实际温度的温差;及  
加热控制工序,控制对所述复合材料的加热量,使所述温差变小;  
所述光纤温度传感器的一部分设置于在所述成型面内成为最高温度的位置,所述光纤温度传感器的另一部分设置于在所述成型面内成为最低温度的位置。

## 复合材料的成型装置及复合材料的成型方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种成型复合材料的复合材料的成型装置及复合材料的成型方法。

### 背景技术

[0002] 以往,已知有调节内部容纳有热固性树脂类复合材料的高压釜中的环境温度的热固性树脂类复合材料的智能成型系统(例如,参考专利文献1)。该智能成型系统具备:第1温度测量仪,测量高压釜中的环境温度;及第2温度测量仪,测量热固性树脂类复合材料的对象温度。第1温度测量仪及第2温度测量仪使用光纤应变传感器,第2温度测量仪测量复合材料的表面或内部的特定位置的温度。

[0003] 以往技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2004-82644号公报

### 发明内容

[0006] 发明要解决的技术课题

[0007] 然而,专利文献1中,将光纤应变传感器埋入于复合材料中,因此固化后的复合材料的强度有可能下降,因此在将固化后的复合材料用作强度组件的情况下不够理想。

[0008] 因此,本发明的课题在于提供一种不导致复合材料的强度下降而能够获得适当地成型的复合材料的复合材料的成型装置及复合材料的成型方法。

[0009] 用于解决技术课题的手段

[0010] 本发明的成型复合材料的复合材料的成型装置,其特征在于,具备:主体部;表层,包覆所述主体部的表面且形成成型所述复合材料的成型面;及线状的光纤温度传感器,埋设于所述表层,所述光纤温度传感器二维配置于与所述成型面平行的面内。

[0011] 根据该结构,无需在复合材料的内部埋入光纤温度传感器,从而能够通过光纤温度传感器测量设置于成型面上的复合材料的温度。因此,能够根据基于光纤温度传感器的测量温度来评价复合材料是否达到所要求的目标成型温度。由此,不导致复合材料的强度下降而测量复合材料的温度,从而能够适当地评价复合材料,便能够获得适当地成型的复合材料。

[0012] 并且,优选具备:加热部,设置于所述主体部的内部;及控制装置,根据基于所述光纤温度传感器的测量温度来控制所述加热部。

[0013] 根据该结构,通过控制装置控制加热部,从而能够使成型面成为适合复合材料的成型的温度。因此,能够抑制因复合材料的成型温度而产生不良,从而能够提高复合材料的生产率。

[0014] 并且,优选所述加热部能够分别在设定于所述成型面上的多个加热区域加热,所述控制装置在多个所述加热区域控制基于所述加热部的加热量。

[0015] 根据该结构,能够在成型面的多个加热区域控制温度,因此能够在成型面细致地

控制温度,而能够设为适合复合材料的成型的细致的温度。因此,能够进一步抑制因复合材料的成型温度而产生不良,从而能够进一步提高复合材料的生产率。

[0016] 并且,优选具有如下特征:所述控制装置预先存储如下数据:所述复合材料的实际温度与通过所述光纤温度传感器测量的测量温度的相关关系;相对于所述加热部的加热量的对所述成型面的热响应;及所述复合材料的目标成型温度,根据通过所述光纤温度传感器测量的所述测量温度,从所述相关关系中计算所述复合材料的实际温度,计算所述计算的所述复合材料的所述实际温度与预先存储的所述复合材料的所述目标成型温度的温差,根据所述热响应控制所述加热部而使所述温差变小。

[0017] 根据该结构,能够依据相关关系、热响应及目标成型温度而通过控制装置控制加热部,以使复合材料的实际温度成为目标成型温度。

[0018] 并且,优选所述光纤温度传感器其一部分设置于在所述成型面内成为最高温度的位置,其另一部分设置于在所述成型面内成为最低温度的位置。

[0019] 根据该结构,能够通过光纤温度传感器测量成型面内的最高温度和最低温度,因此能够推测最高温度与最低温度之间的温度分布,从而能够推测成型面整体的温度分布。

[0020] 并且,优选所述表层为由纤维增强复合材料形成的复合材料层。

[0021] 根据该结构,将表层设为复合材料层,从而能够实现成型装置的轻质化,并且能够缩小成型装置的热容量,因此能够有效地加热复合材料。

[0022] 并且,优选所述主体部包含碳发泡体。

[0023] 根据该结构,包含碳发泡体来构成主体部,从而能够实现成型装置的轻质化,并且能够缩小成型装置的热容量,因此能够有效地加热复合材料。

[0024] 本发明的成型复合材料的复合材料的成型方法,其特征在于,具备:测量温度获取工序,获取通过光纤温度传感器测量的测量温度,该光纤温度传感器埋设于形成成型所述复合材料的成型面的表层;实际温度获取工序,根据所述复合材料的实际温度与通过所述光纤温度传感器测量的测量温度的相关关系而获取所述复合材料的实际温度;目标成型温度获取工序,获取所述复合材料的目标成型温度;差量计算工序,计算所述目标成型温度与所述实际温度的温差;及加热控制工序,控制对所述复合材料的加热量,使所述温差变小。

[0025] 根据该结构,能够控制对复合材料的加热量以使复合材料的实际温度成为目标成型温度。因此,能够使成型面成为适合复合材料的成型的温度。因此,能够抑制由复合材料的成型温度引起不良,从而能够提高复合材料的生产率。

## 附图说明

[0026] 图1为示意地表示实施方式1所涉及的复合材料的成型装置的立体图。

[0027] 图2为示意地表示实施方式1所涉及的复合材料的成型装置的剖视图。

[0028] 图3为表示实施方式1所涉及的复合材料的成型装置的控制装置的框图。

[0029] 图4为与实施方式1所涉及的复合材料的成型方法相关的流程图。

[0030] 图5为示意地表示实施方式2所涉及的复合材料的成型装置的剖视图。

[0031] 图6为与成型装置及复合材料的分析模型相关的说明图。

[0032] 图7为与加热器的加热量记录相关的一例的曲线图。

[0033] 图8为与成型装置及复合材料的温度变化的一例相关的曲线图。

- [0034] 图9为与加热器的加热量记录相关的一例的曲线图。
- [0035] 图10为与成型装置及复合材料的温度变化的一例相关的曲线图。
- [0036] 图11为与根据加热部的控制的有无而产生的温差的变化相关的曲线图。
- [0037] 图12为与光纤温度传感器与复合材料的表面的温差的变化相关的曲线图。

### 具体实施方式

[0038] 以下,根据附图对本发明所涉及的实施方式进行详细说明。另外,该实施方式并不限定该发明。并且,下述实施方式中构成要件中包含本领域技术人员所能够替换并且容易替换的要件或实质上相同的要件。此外,以下记载的构成要件能够适当进行组合,并且,实施方式为多个时,也能够组合各实施方式。

#### [0039] [实施方式1]

[0040] 实施方式1所涉及的复合材料的成型装置1为成型出作为将热固性树脂浸渍于纤维中的纤维增强塑料的复合材料的装置。复合材料例如作为构成航空器的机身等的组件来使用,作为组件例如适用于机身的尾翼。另外,复合材料例如使用碳纤维增强塑料(CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastic),复合材料通过层叠在碳纤维中浸渍热固性树脂的半固化片来作为层叠体并使该层叠体固化来成型。

[0041] 图1为示意地表示实施方式1所涉及的复合材料的成型装置的立体图。图2为示意地表示实施方式1所涉及的复合材料的成型装置的剖视图。图3为表示实施方式1所涉及的复合材料的成型装置的控制装置的框图。图4为与实施方式1所涉及的复合材料的成型方法相关的流程图。

[0042] 成型装置1能够容纳于内部成为高温高压的高压釜内。该成型装置1如图1及图2所示具备主体部11、复合材料层12、加热部13、光纤温度传感器14及控制装置15。

[0043] 主体部11通过粘合导热率不同的2种以上的碳发泡体而构成。碳发泡体轻质且具有耐热性。具体而言,主体部11具有设置于表面侧的导热率高的表面侧碳发泡体25及设置于导热率比表面侧碳发泡体25低的背面侧的背面侧碳发泡体26。并且,主体部11具有设置于表面侧碳发泡体25与背面侧碳发泡体26之间的粘合剂层27。

[0044] 复合材料层12经由粘合剂层28粘合于主体部11的表面侧,而成为成型装置1的表层。复合材料层12使用CFRP来构成,其耐热温度比成型的复合材料高。复合材料层12包覆主体部11的表面,其表面成为成型复合材料的成型面12a。成型面12a的形状与成型的复合材料的形状相仿。在该成型面12a上设定有多个加热区域E1~E4。另外,实施方式1中,为便于说明,例如对在成型面12a上设定有4个加热区域E1~E4的情况进行说明。4个加热区域E1~E4为将成型面12a以十字型分成4个部分的区域,包括第1加热区域E1、第2加热区域E2、第3加热区域E3及第4加热区域E4。

[0045] 加热部13设置于主体部11的内部,能够分别在设定于成型面12a上的多个加热区域E1~E4加热。加热部13对应4个加热区域E1~E4而设置有第1加热器31、第2加热器32、第3加热器33及第4加热器34。即,第1加热器31在成型面12a的第1加热区域E1加热复合材料,同样地,第2加热器32~第4加热器34在成型面12a的第2加热区域E2~第4加热区域E4加热复合材料。该加热部13与控制装置15连接,通过控制装置15而控制加热。

[0046] 加热部13的第1加热器31至第4加热器34嵌入于在主体部11的表面侧碳发泡体25

所形成的槽40,且在各加热器31~34涂布有传热水泥41,从而被固定。而且,成为与表面侧碳发泡体25相同材料的碳发泡部件42在槽40内嵌入于传热水泥41的表面侧。碳发泡部件42的表面侧与表面侧碳发泡体25之间填充有粘合剂43。

[0047] 光纤温度传感器14埋设于复合材料层12的内部。光纤温度传感器14形成为长度方向偏长的线状,且能够测量长度方向上的规定位置的温度。线状的光纤温度传感器14二维(two-dimensional)配置于与成型面12a平行的面内。具体而言,线状的光纤温度传感器14在成型面12a蜿蜒配置。另外,光纤温度传感器14的配置并无特别限定,只要二维配置,例如也可以呈旋涡状的配置或格栅状的配置。二维配置的光纤温度传感器14测量光纤温度传感器14所在成型面12a的规定位置的温度。因此,控制装置15能够获取成型面12a的规定位置的测量温度。另外,复合材料层12的厚度大致达到4mm~5mm,光纤温度传感器14配置于复合材料层12的成型面12a至大致1mm~2mm的深度。并且,光纤温度传感器14的成型面12a上的设置位置优选在加热器31~34的正上方及加热器31~34之间的中央。

[0048] 控制装置15具有控制部51及存储部52,且连接有加热部13及光纤温度传感器14。

[0049] 存储部52存储所要求的复合材料的成型温度即与目标成型温度相关的数据61、与复合材料的实际温度和光纤温度传感器14的测量温度的相关关系相关的数据62、与相对于加热部13的加热量的对成型面12a的热响应相关的数据63。与目标成型温度相关的数据61为适合成型的复合材料的成型温度相关的数据。另外,目标成型温度在多个加热区域E1~E4分别设定。与相关关系相关的数据62通过预先进行的试验等而获得,其能够根据测量温度获取复合材料的实际温度。与热响应相关的数据63通过预先进行的试验等而获得,其能够根据加热部13的加热量获取对成型面12a的热响应即从加热部13至复合材料的热输入量。换言之,与热响应相关的数据63能够根据对复合材料的热输入量获取加热部13的加热量。

[0050] 控制部51控制加热器13以使复合材料的目标成型温度与复合材料的实际温度的温差变小。控制部51在控制加热部13时,根据通过光纤温度传感器14测量的测量温度,由存储于存储部52的与相关关系相关的数据62计算复合材料的实际温度。并且,控制部51计算所计算出的复合材料的实际温度与存储于存储部52的目标成型温度的温差。此时,在各加热区域E1~E4分别计算温差。此外,控制部51根据对复合材料的热输入量,由存储于存储部52的与热响应相关的数据63计算加热部13的各加热器31~34的加热量。

[0051] 接着,参考图6至图12,就基于光纤温度传感器14的测量温度的加热部13的控制,根据分析结果进行说明。图6为与成型装置及复合材料的分析模型相关的说明图。如图6所示,分析模型1A经过对成型装置1以有线元素法进行模型化而成,将与复合材料层12、表面侧碳发泡体25、背面侧碳发泡体26、加热部13对应的分析模型的部位作为复合材料层12A、表面侧碳发泡体25A、背面侧碳发泡体26A、加热部13A。在该分析模型1A的复合材料层12A的成型面12a上设置有作为复合材料的组件W。另外,下述加热部13A的控制中,控制部51以组件W的各加热区域E1~E4的目标成型温度(温度分布)均匀的方式进行控制。

[0052] 组件W为其厚度从成型面12a内的水平方向的一侧位置( $X=0$ )朝向另一侧位置( $X=200$ )变宽的分析模型。在此,将加热部13A的图6的左侧的加热器设为13a,将图6的右侧的加热器设为13b。

[0053] 在此,图6的L1(虚线)为从组件W的表面的水平方向的一侧位置( $X=0$ )至另一侧位

置( $X=200$ )的线条,沿线条L1获取温度。并且,图6的L2(实线)为从复合材料层12A的内部水平方向的一侧位置( $X=0$ )至另一侧位置( $X=200$ )的线条,沿线条L2获取温度。

[0054] 图7为与加热器的加热量记录相关的一例的曲线图,图8为与成型装置及复合材料的温度变化的一例相关的曲线图。如图7所示,当控制装置15不控制加热部13A,左侧与右侧的加热器13a、13b从开始时间(0s)至规定时间(3000s),持续赋予以一定比例增加的加热量(功率密度)时,线条L1的温度与线条L2的温度呈图8所示的变化。另外,图8表示规定时间(3000s)内的线条L1与线条L2。如图8所示,线条L1上组件W的厚度薄的部位与组件W的厚度厚的部位的温差比较大。

[0055] 图9为与加热器的加热量记录相关的一例的曲线图,图10为与成型装置及复合材料的温度变化的一例相关的曲线图。如图9所示,当控制装置15控制加热部13A时,具体而言,以右侧的加热器13b的温度比左侧的加热器13a变高的方式,开始时间(0s)至1000s为止以一定的相同比例增加对加热器13a和加热器13b赋予的加热量(功率密度),当1000s至3000s为止将对加热器13b赋予的加热量(功率密度)的增加比例设定为大于加热器13a时,线条L1的温度与线条L2的温度呈如图10所示的变化。另外,图10也表示规定时间(3000s)内的线条L1与线条L2。如图10所示,线条L1上组件W的厚度薄的部位与组件W的厚度厚的部位的温差与图8相比小。

[0056] 图11为与根据加热部的控制的有无而产生的温差的变化相关的曲线图。如图11所示,当控制装置15不控制加热部13A时(◆:加热控制无),线条L1上的温差随着时间的经过而变宽。另一方面,如图12所示,当控制装置15控制加热部13A时(■:加热控制有),线条L1上的温差随着时间的经过而变窄。根据以上分析确认到,通过由控制装置15控制加热部13A,组件W的温度分布变得均匀。

[0057] 并且,图12为与光纤温度传感器和复合材料的表面的温差的变化相关的曲线图。图12为相当于与上述热响应相关的数据63的曲线图。如图12所示,通过光纤温度传感器14测量的测量温度与组件W的表面温度(L1)的温差根据加热器13a、13b的位置、组件W的板厚而不同。当组件W的板厚例如为3mm且位于加热器13a的正上方时(◆),温差较小,随着测量温度变高而变宽。并且,当组件W的板厚例如为4.5mm且位于加热器13a与加热器13b的中央时(◆),温差较小,随着测量温度变高而变宽。此外,当组件W的板厚例如为6mm且位于加热器13b的正上方时(▲),温差与板厚为3mm或4.5mm的情况相比大,随着测量温度变高而变宽。根据这种热响应,由控制部51进行加热部13的控制,从而能够调整为组件W的实际温度成为目标成型温度。

[0058] 接着,参考图4对复合材料的成型方法进行说明。该成型方法与在成型复合材料时,由控制装置15对加热部13的控制动作相关。

[0059] 首先,在成型装置1的成型面12a设置固化前的复合材料,成型装置1连同固化前的复合材料一起容纳于高压釜内。复合材料在高压釜内以高温高压被加热,并且通过成型装置1的加热部13而被加热。在该状态下,控制装置15获取通过光纤温度传感器14测量的测量温度(步骤S1:测量温度获取工序)。

[0060] 控制装置15若获取测量温度,则根据测量温度,由与相关关系相关的数据62计算复合材料的实际温度(步骤S2:实际温度获取工序)。接着,控制装置15根据与目标成型温度相关的数据61而从存储部52获取复合材料的目标成型温度(步骤S3:目标成型温度获取工

序)。之后,控制装置15计算所获取的目标成型温度与所计算出的实际温度的温差(步骤S4:温差计算工序)。

[0061] 接着,控制装置15计算使所计算出的温差变小的与温差相当的对复合材料的热输入量,并根据对复合材料的热输入量,由存储于存储部52的与热响应相关的数据63计算加热部13的加热量,并控制加热部13而成为所计算出的加热量(步骤S5:加热控制工序)。之后,通过反复进行上述各工序S1~S5,执行控制装置15对加热部13的控制动作以使复合材料的实际温度成为目标成型温度。

[0062] 另外,目标成型温度获取工序S3在实际温度获取工序S2之后执行,但也可以在实际温度获取工序S2之前进行。

[0063] 如上所述,根据实施方式1,无需在复合材料的内部埋入光纤温度传感器14,便能够通过光纤温度传感器14来测量设置于成型面12a上的复合材料的温度。因此,能够根据基于光纤温度传感器14的测量温度来评价复合材料是否达到所要求的目标成型温度。由此,不导致复合材料的强度下降,通过测量复合材料的温度便能够适当地评价复合材料,从而能够获得适当地成型的复合材料。

[0064] 并且,根据实施方式1,通过控制装置15控制加热部13,从而能够使成型面12a成为适合复合材料的成型的温度。此时,能够在成型面12a的多个加热区域E1~E4控制温度,因此能够在成型面12a细致地控制温度,从而能够设为适合复合材料的成型的细致的温度。因此,能够抑制因复合材料的成型温度而产生不良,从而能够提高复合材料的生产率。

[0065] 并且,根据实施方式1,控制装置15根据相关关系、热响应及目标成型温度控制加热部13以使复合材料的实际温度成为目标成型温度。

[0066] 并且,根据实施方式1,将成型装置1的表层设为复合材料层12,从而能够实现成型装置1的轻质化,并且能够减小成型装置1的热容量,因此能够有效地加热复合材料。

[0067] 并且,根据实施方式1,包含碳发泡体25、26来构成主体部11,从而能够实现成型装置1的轻质化,并且能够减小成型装置1的热容量,因此能够有效地加热复合材料。

[0068] 另外,实施方式1中,将成型装置1的表层设为复合材料层12,但并不限于该结构,例如作为成型装置1的表层可以设为使用因瓦合金等金属的金属件层。

[0069] [实施方式2]

[0070] 接着,参考图5对实施方式2所涉及的成型装置80进行说明。另外,实施方式2中,为了避免重复记载,对与实施方式1不同的部分进行说明,关于与实施方式1相同的结构的部分,标注相同符号来进行说明。图5为示意地表示实施方式2所涉及的复合材料的成型装置的剖视图。

[0071] 实施方式2的成型装置80中,光纤温度传感器14的一部分设置于成型面12a内成为最高温度的位置,光纤温度传感器14的另一部分设置于成型面12a内成为最低温度的位置。

[0072] 具体而言,如图5所示,作为成型面12a内成为最高温度位置为加热部13的各加热器31~34的正上方。因此,光纤温度传感器14的一部分设置成位于各加热器31~34的正上方。并且,作为成型面12a内成为最低温度的位置,例如为各加热器31~34的中间位置。因此,光纤温度传感器14的另一部分设置成位于各加热器31~34的中间。另外,当成型面12a的端部成为最低温度时,可以设置成光纤温度传感器14的另一部分位于成型面12a的端部。

[0073] 如上所述,根据实施方式2能够通过光纤温度传感器14来测量成型面12a内的最高



温度及最低温度,因此能够推测最高温度与最低温度之间的温度分布,从而能够推测成型面12a整体的温度分布。

[0074] 符号说明

[0075] 1-成型装置,11-主体部,12-复合材料层,12a-成型面,13-加热部,14-光纤温度传感器,15-控制装置,25-表面侧碳发泡体,26-背面侧碳发泡体,27-粘合剂层,28-粘合剂层,31-第1加热器,32-第2加热器,33-第3加热器,34-第4加热器,40-槽,41-传热水泥,42-碳发泡部件,43-粘合剂,51-控制部,52-存储部,61-与目标成型温度相关的数据,62-与相关关系相关的数据,63-与热响应相关的数据,80-成型装置(实施方式2),E1~E4-加热区域。



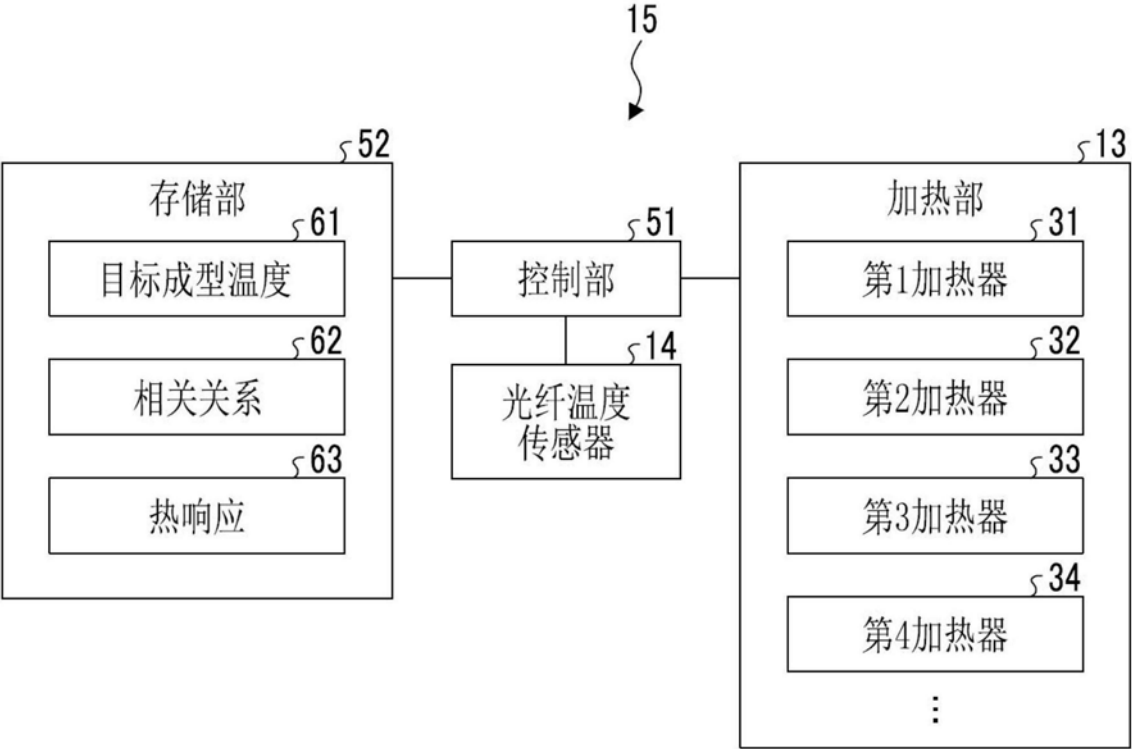


图3

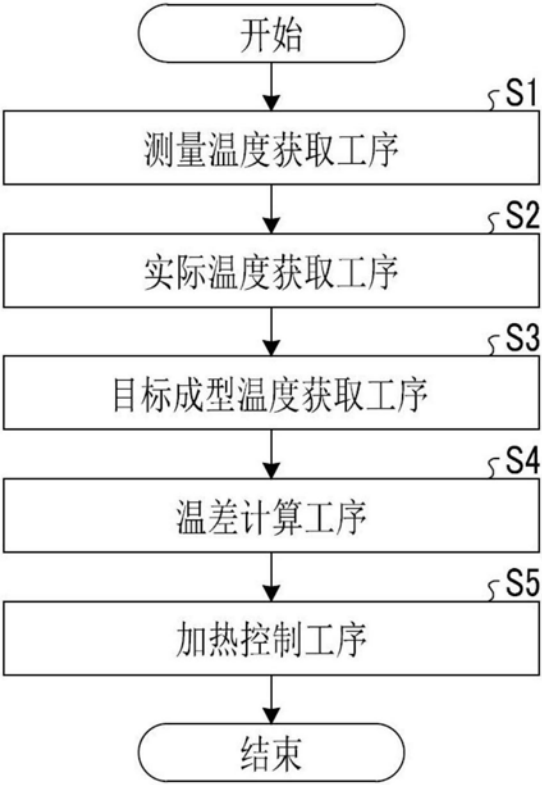


图4

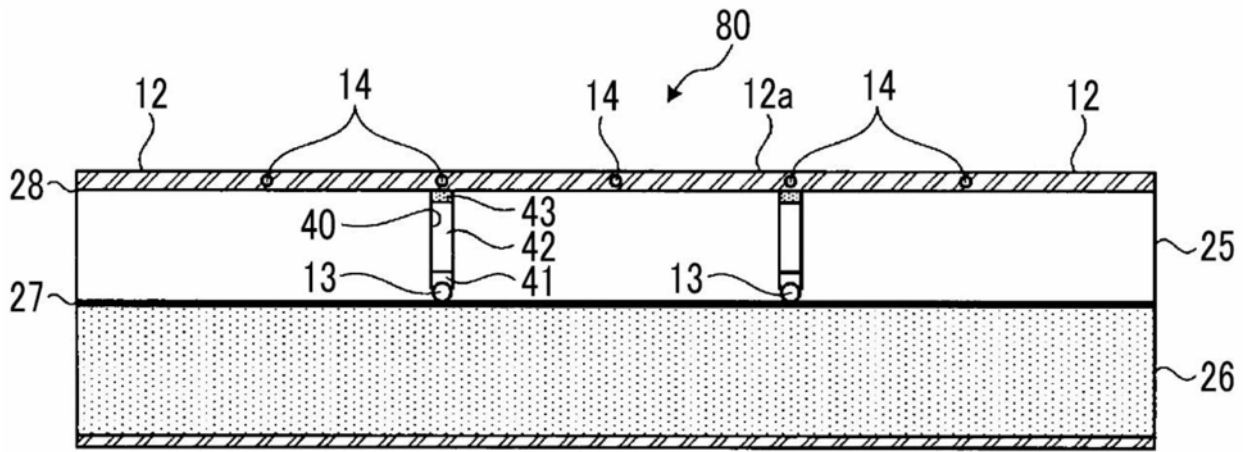


图5

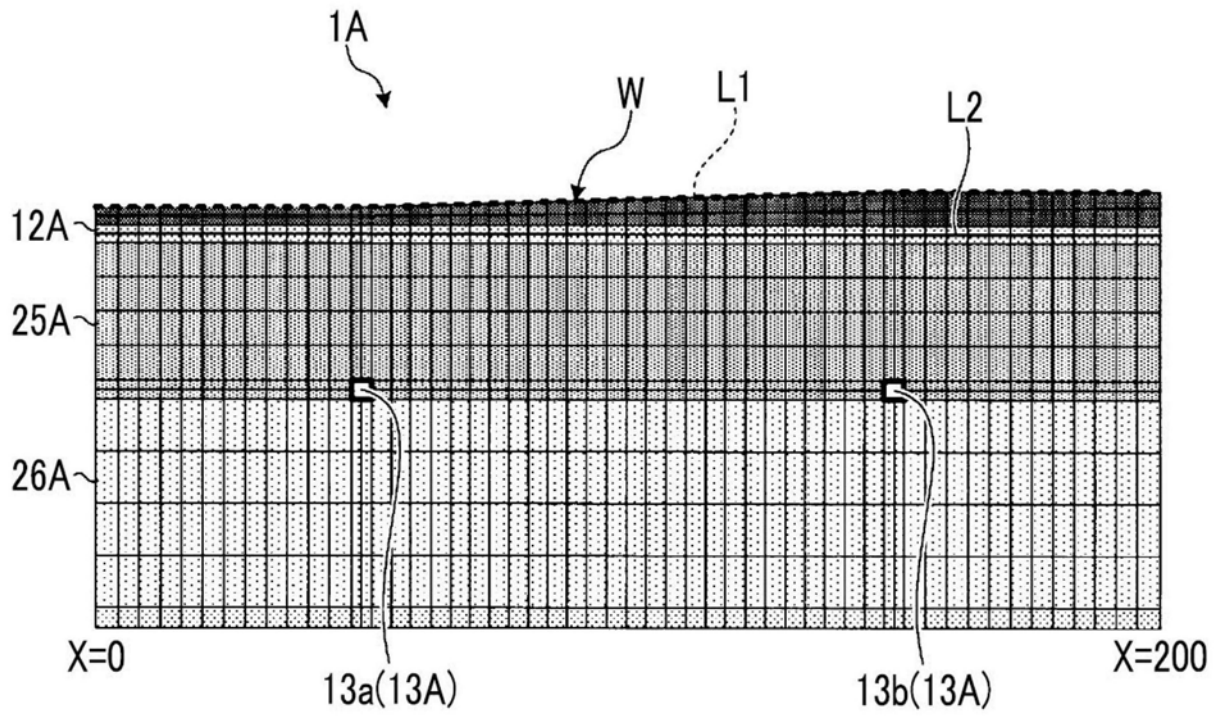


图6

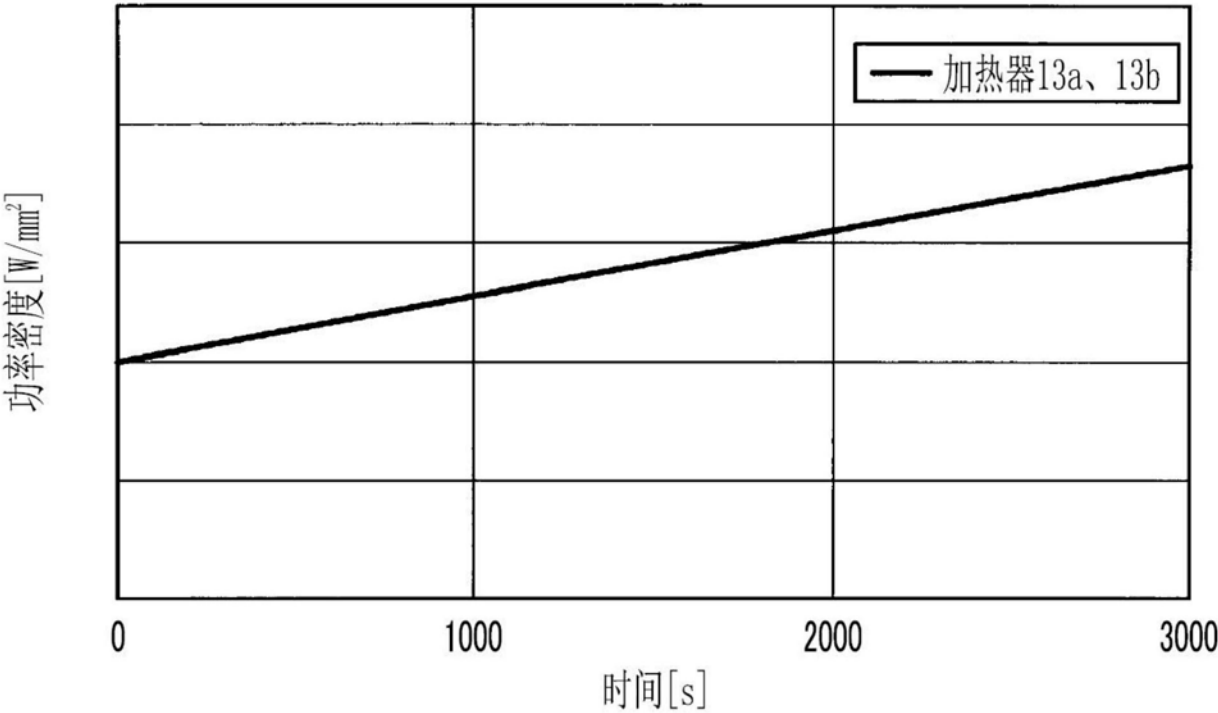


图7

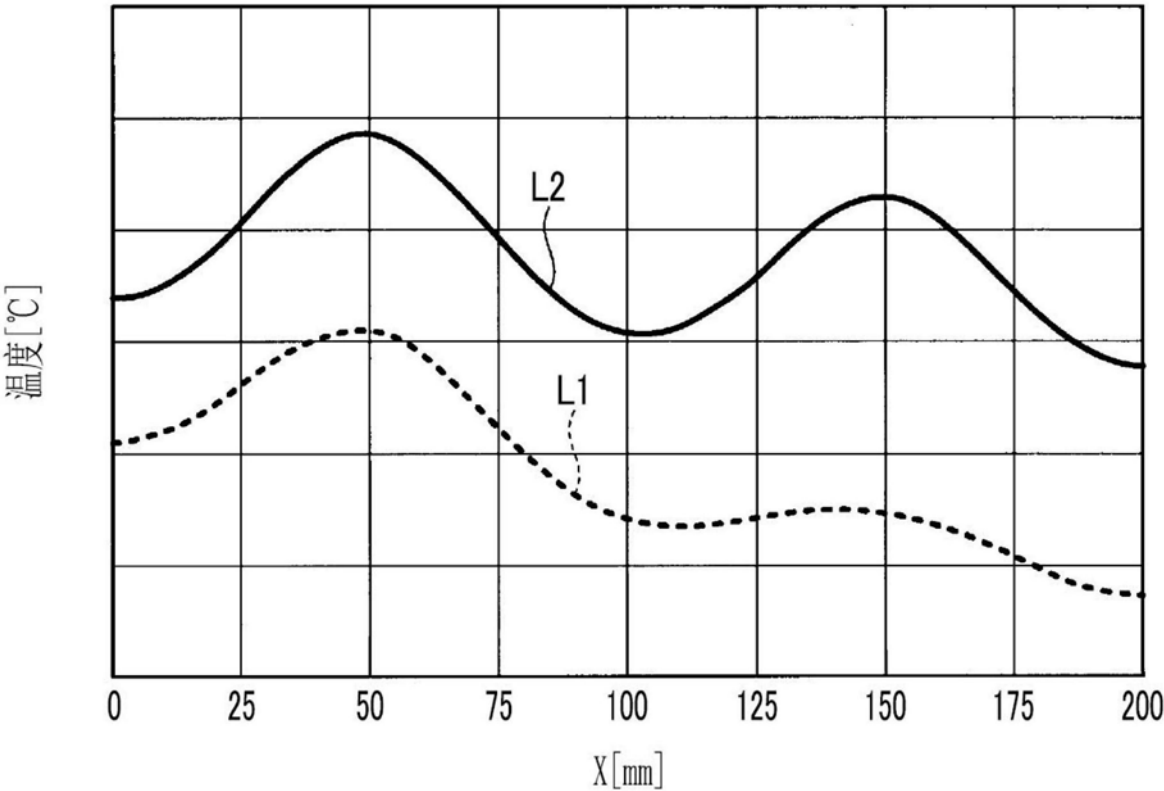


图8

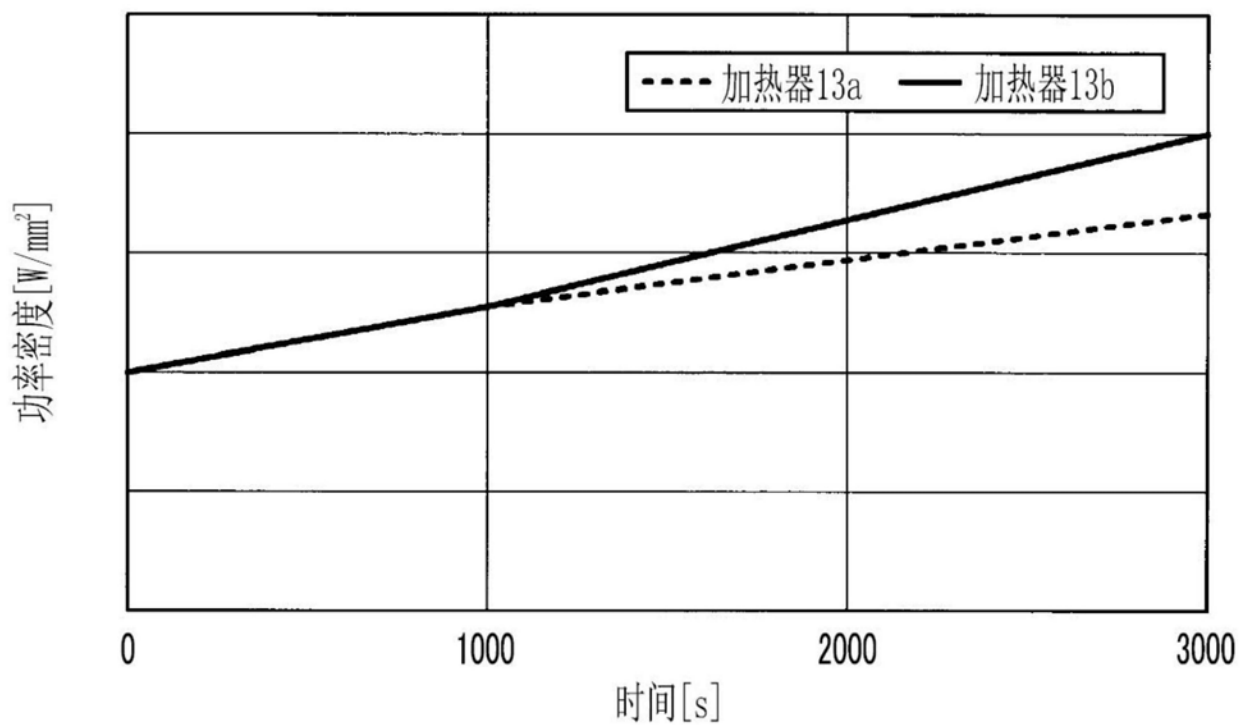


图9

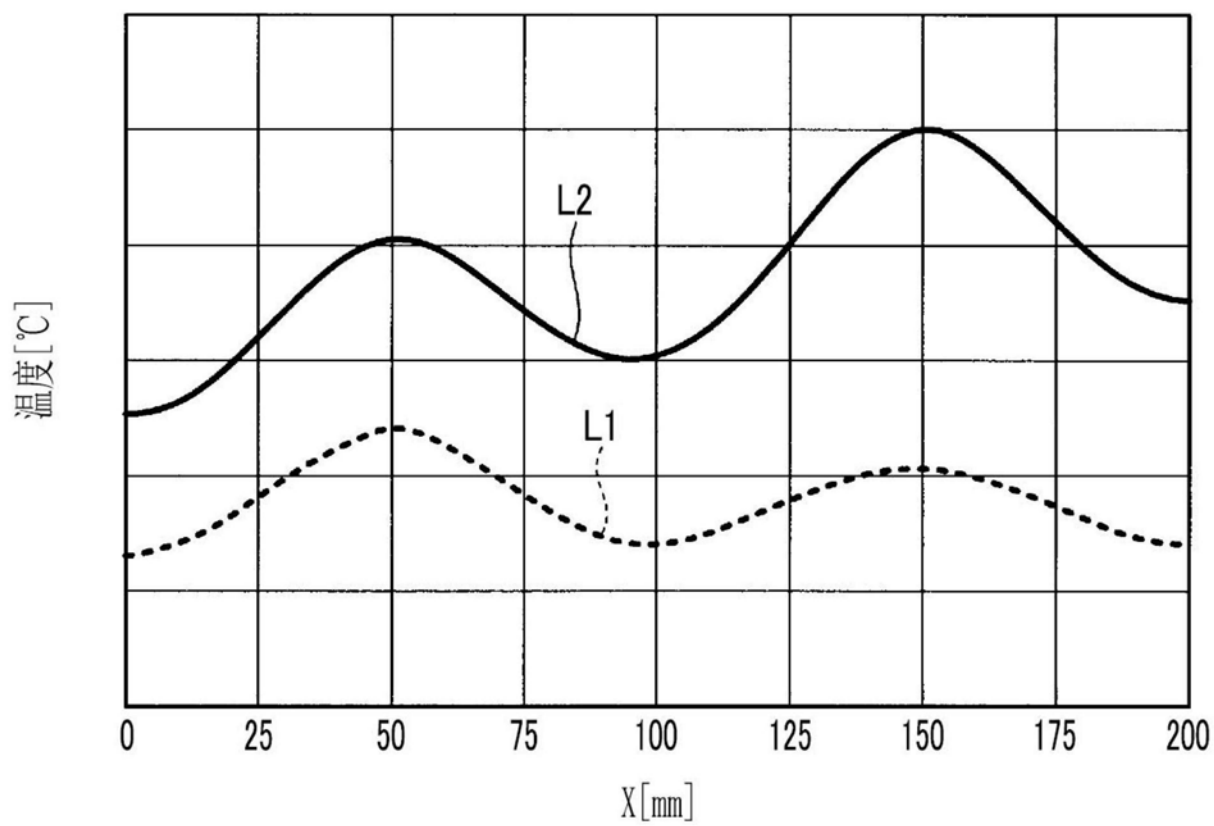


图10

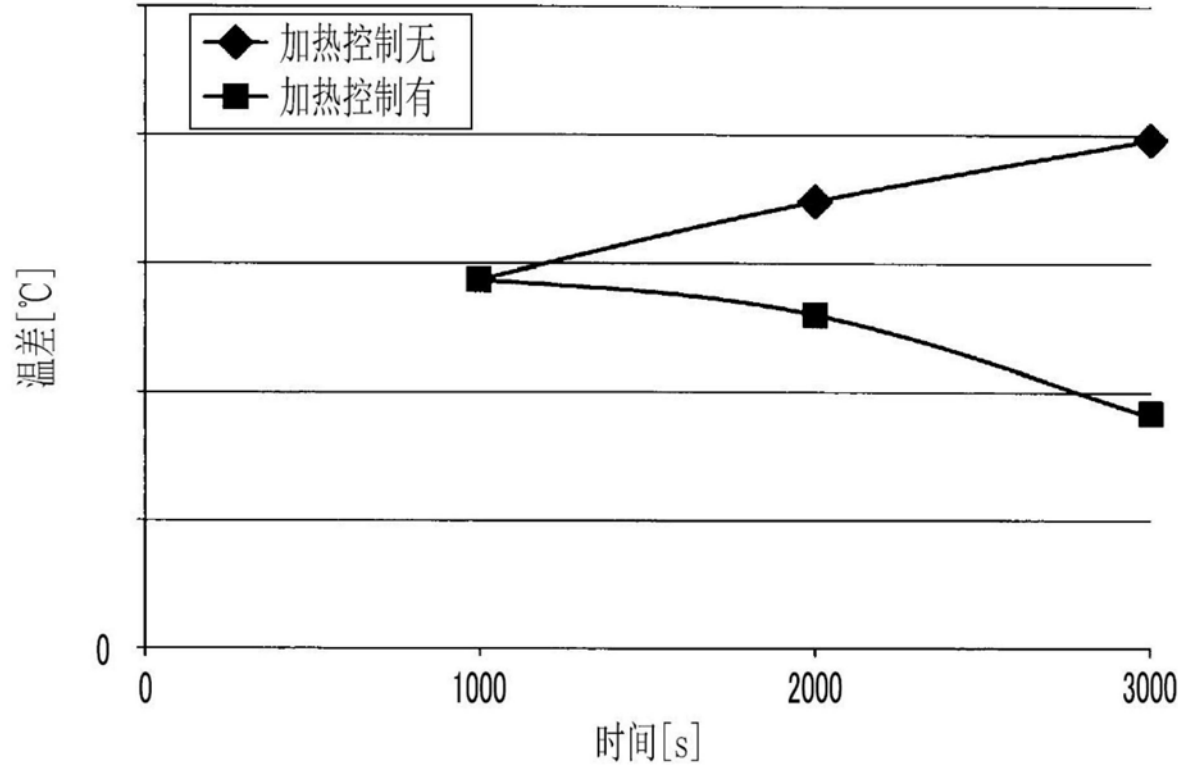


图11

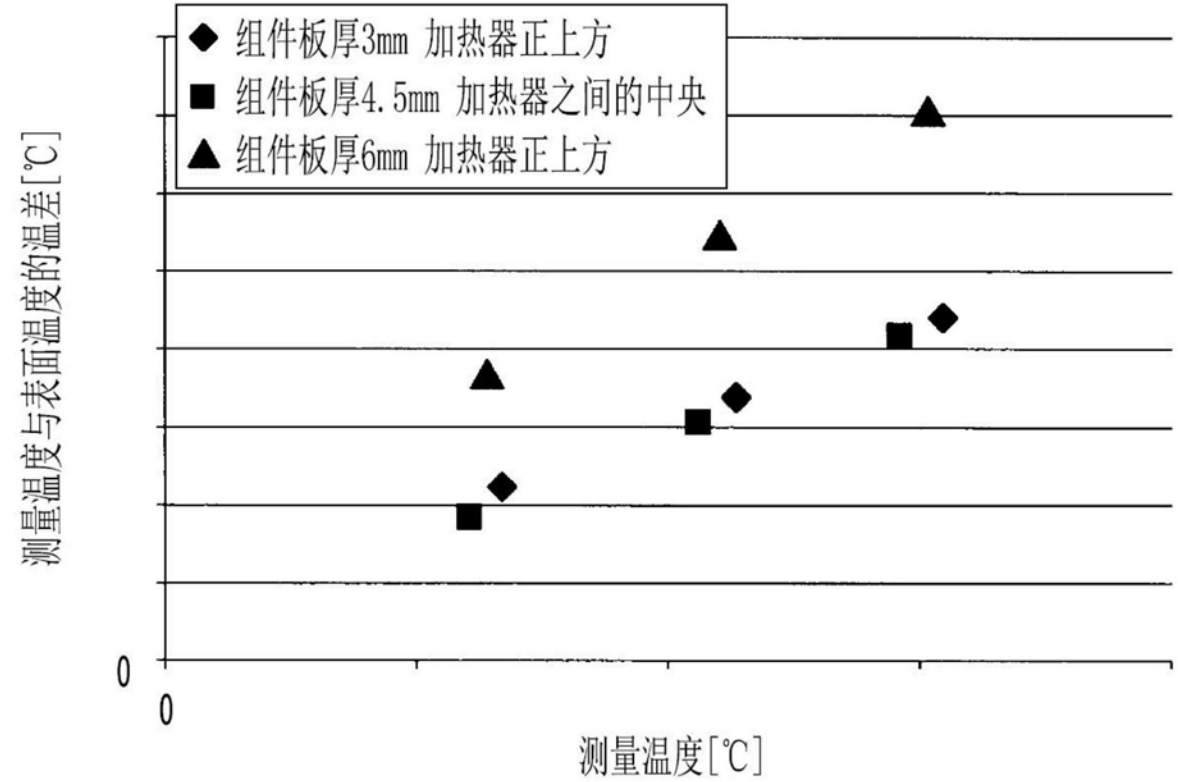


图12