



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110901104 A

(43)申请公布日 2020.03.24

(21)申请号 201910423752.1

(22)申请日 2019.05.21

(30)优先权数据

2018-173065 2018.09.14 JP

(71)申请人 株式会社斯巴鲁

地址 日本东京都

(72)发明人 关根尚之 井上雄太

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 李慧慧 郑霞

(51)Int.Cl.

B29C 70/48(2006.01)

B29C 70/54(2006.01)

B29B 11/06(2006.01)

B29B 11/16(2006.01)

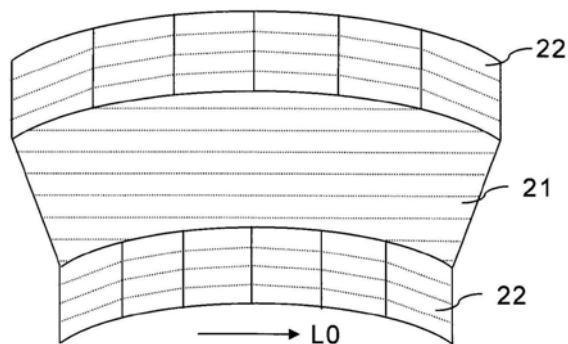
权利要求书1页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

预成型体赋形方法和复合材料成型方法

(57)摘要

本发明涉及预成型体赋形方法和复合材料成型方法,目的在于在复合材料用的干预成型体赋形后能够使纤维的取向更加良好。实施方式的预成型体赋形方法具有以下步骤:通过层叠片状纤维,来制作具有多层纤维层的纤维层叠体;以及通过在层叠后或层叠中将片状纤维弯折来制作预成型体,预成型体具有将第一表面和第二表面连接而成的形状,第一表面和第二表面中的至少一个为曲面,其中,为了形成多层纤维层中的至少一层纤维层,以在分别弯折后成为作为目标的长度方向的方式,配置第一片状纤维和第二片状纤维;第一片状纤维和第二片状纤维在弯折前确定为纤维的长度方向为不同的方向;在弯折后,第一片状纤维形成第一表面,第二片状纤维形成第二表面。



1. 一种预成型体赋形方法, 具有以下步骤:

通过层叠片状纤维, 来制作具有多层纤维层的纤维层叠体; 以及

通过在层叠后或层叠中将所述片状纤维弯折来制作预成型体, 所述预成型体具有将第一表面和第二表面连接而成的形状, 所述第一表面和所述第二表面中的至少一个为曲面,

其中, 为了形成所述多层纤维层中的至少一层纤维层, 以在分别弯折后成为作为目标的长度方向的方式, 配置第一片状纤维和第二片状纤维, 所述第一片状纤维和所述第二片状纤维在弯折前确定为纤维的长度方向为不同的方向, 在弯折后, 所述第一片状纤维形成所述第一表面, 所述第二片状纤维形成所述第二表面。

2. 根据权利要求1所述的预成型体赋形方法, 其中, 作为所述预成型体, 制作具有将卷筒物和弯曲的板状凸缘连接而成的形状的预成型体, 所述卷筒物具有平板形状。

3. 根据权利要求2所述的预成型体赋形方法, 其中, 用所述第一片状纤维形成所述卷筒物, 用所述第二片状纤维形成所述凸缘, 为了形成所述至少一层纤维层, 配置纤维的长度方向确定为曲线的所述第二片状纤维, 以使代表在弯折后形成所述凸缘的所述第二片状纤维的长度方向的方向与所述卷筒物平行。

4. 根据权利要求3所述的预成型体赋形方法, 其中, 用所述第一片状纤维形成所述卷筒物, 用多个所述第二片状纤维形成所述凸缘, 为了形成所述至少一层纤维层, 配置纤维的长度方向分别确定为直线且纤维的长度方向确定为互不相同的方向的多个所述第二片状纤维, 以使代表在弯折后形成所述凸缘的多个所述第二片状纤维的长度方向的方向, 与代表形成所述卷筒物的所述第一片状纤维的长度方向的方向在空间上相对应。

5. 根据权利要求4所述的预成型体赋形方法, 其中, 为了形成所述至少一层纤维层, 配置纤维的长度方向分别确定为直线、且在所述凸缘的长度方向上并排配置的多个所述第二片状纤维, 以使代表在弯折后形成所述凸缘的多个所述第二片状纤维的长度方向的方向与所述卷筒物平行。

6. 根据权利要求4所述的预成型体赋形方法, 其中, 为了形成所述至少一层纤维层, 配置纤维的长度方向分别确定为直线、且在所述凸缘的高度方向上并排配置的多个所述第二片状纤维, 以使在弯折后形成所述凸缘的多个所述第二片状纤维的长度方向成为曲线, 且代表多个所述第二片状纤维的长度方向的方向彼此相同。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的预成型体赋形方法, 其中, 通过层叠代表纤维的长度方向的方向不同的片状纤维来制作纤维层叠体, 所述纤维层叠体具有代表纤维的长度方向的方向不同的多层纤维层。

8. 根据权利要求1~6中任一项所述的预成型体赋形方法, 其中, 通过粘合剂将所述片状纤维暂时固定并层叠, 由此来制作所述纤维层叠体。

9. 根据权利要求1~6中任一项所述的预成型体赋形方法, 其中, 通过在层叠所述片状纤维之后将所述片状纤维弯折, 来制作所述预成型体。

10. 根据权利要求1~6中任一项所述的预成型体赋形方法, 其中, 在弯折后将形成所述曲面的所述片状纤维扩展并弯折。

11. 一种复合材料成型方法, 其中, 在通过权利要求1~6中任一项所述的预成型体赋形方法制作的所述预成型体含浸树脂进行固化, 由此制作复合材料。

## 预成型体赋形方法和复合材料成型方法

### 技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及预成型体赋形方法和复合材料成型方法。

### 背景技术

[0002] 目前,作为用纤维增强玻璃纤维增强塑料(GFRP:Glass fiber reinforced plastics)和碳纤维增强塑料(CFRP:Carbon Fiber Reinforced Plastics)等树脂的复合材料的成型方法之一,已知有RTM(Resin Transfer Molding,树脂传递成型)法。

[0003] RTM法是在层叠片状的纤维之后含浸热固化性树脂进行加热固化的复合材料的成型方法。RTM法中,进行抽真空在纤维含浸树脂的方法称为VaRTM(Vacuum assisted Resin Transfer Molding,真空辅助树脂传递成型)法,利用模具含浸树脂的方法称为对模(matched-die)RTM法。

[0004] 在用RTM法成型复合材料的情况下,在含浸树脂前先制作干预成型体(干预成型体)(例如参照专利文献1、专利文献2和专利文献3)。干预成型体是将片状的纤维层叠体按照成型后的复合材料的形状进行赋形而成的。制作干预成型体所使用的带状纤维基材称为干带状材料(ドライテープ材)。作为使用干带状材料制作干预成型体的方法,可举出在平面状的层叠夹具上层叠干带状材料后,将干带状材料的层叠体安放在模具上加热,同时进行冲压,由此赋形为产品形状的方法。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:(日本)特开2010-150685号公报

[0008] 专利文献2:(日本)特开2004-276393号公报

[0009] 专利文献3:(日本)特开2006-069166号公报

### 发明内容

[0010] 发明所要解决的课题

[0011] 但是,如果对干带状材料的层叠体进行冲压,则纤维的取向有时会随着赋形后的形状而发生弯曲,从而难以使纤维与设计上最佳的取向相一致。

[0012] 因此,本发明的目的在于在复合材料用的干预成型体赋形后能够使纤维的取向更加良好。

[0013] 解决课题的手段

[0014] 本发明的实施方式的预成型体赋形方法,具有以下步骤:通过层叠片状纤维,来制作具有多层纤维层的纤维层叠体;以及通过在层叠后或层叠中将所述片状纤维弯折,制作预成型体,所述预成型体具有将第一表面和第二表面连接而成的形状,所述第一表面和所述第二表面中的至少一个为曲面,其中,为了形成所述多层纤维层中的至少一层纤维层,以在分别弯折后成为作为目标的长度方向的方式,配置第一片状纤维和第二片状纤维;所述第一片状纤维和所述第二片状纤维在弯折前确定为纤维的长度方向为不同的方向;在弯折

后,所述第一片状纤维形成所述第一表面,所述第二片状纤维形成所述第二表面。

[0015] 另外,本发明实施方式的复合材料成型方法是在通过上述预成型体赋形方法制作的所述预成型体含浸树脂进行固化,由此制作复合材料的方法。

### 附图说明

[0016] 图1是表示可以通过本发明第一实施方式的预成型体赋形方法制作的预成型体的形状示例的立体图;

[0017] 图2(A)和图2(B)是说明通过目前的预成型体赋形方法制作图1所示的预成型体时产生的问题点的图;

[0018] 图3(A)和图3(B)是说明本发明第一实施方式的预成型体赋形方法的图;

[0019] 图4(A)和图4(B)是表示将本发明的纤维取向角设为45度时的纤维配置示例的图;

[0020] 图5是表示在纤维上附着有热可塑性树脂的微粒作为热可塑性粘合剂的片状纤维的结构立体图;

[0021] 图6是表示在纤维上附着有热可塑性无纺布作为热可塑性粘合剂的干带状材料的结构的立体图;

[0022] 图7是表示使用图1所示的赋形模具随着片状纤维层叠体的装袋而制作预成型体的示例的赋形模具的横向剖面图;

[0023] 图8是表示通过用图1所示的赋形模具和上模夹入纤维层叠体来制作预成型体的示例的赋形模具和上模的横向剖面图;

[0024] 图9是说明利用VaRTM法成型复合材料的方法的图;

[0025] 图10是说明利用对模RTM法成型复合材料的方法的图;

[0026] 图11是表示可以通过本发明第一实施方式的预成型体赋形方法制作的预成型体的另一形状示例的立体图;

[0027] 图12(A)和图12(B)是说明本发明第二实施方式的预成型体赋形方法的图。

[0028] 符号说明

[0029] 1 赋形模具

[0030] 1A 平板

[0031] 1B 凸部

[0032] 2 预成型体

[0033] 3、4、5 赋形面

[0034] 6 卷筒物

[0035] 7、8 凸缘

[0036] 9、10 曲面

[0037] 11 平面

[0038] 20 片状纤维

[0039] 20A、20B 片状纤维部分

[0040] 21 第一片状纤维

[0041] 22 第二片状纤维

[0042] 30 纤维束

- [0043] 31 微粒
- [0044] 32 干带状材料
- [0045] 33 无纺布
- [0046] 34 干带状材料
- [0047] 40 纤维层叠体
- [0048] 41 袋膜
- [0049] 42 密封胶
- [0050] 43 真空装置
- [0051] 44 加热装置
- [0052] 50 上模
- [0053] 60 下模
- [0054] 61 袋膜
- [0055] 62 密封胶
- [0056] 63 真空装置
- [0057] 64 上模
- [0058] 65 树脂注入装置
- [0059] 66 加热装置

### 具体实施方式

[0060] 下面参照附图,对本发明实施方式的预成型体赋形方法和复合材料成型方法进行说明。

[0061] (第一实施方式)

[0062] 图1是表示可以通过本发明第一实施方式的预成型体赋形方法制作的预成型体的形状示例的立体图。

[0063] 如图1所示,使用具有包括曲面的多个赋形面的刚体的赋形模具1,可以对具有弯折形状的板状预成型体2赋形。预成型体2是用纤维增强树脂的CFRP和GFRP等纤维增强塑料(FRP: fiber reinforced plastics)的原材料。FRP也称为复合材料。

[0064] 另外,为了与含浸树脂后的赋形后的多个片状纤维的层叠体相区别,含浸未固化树脂前的赋形后的多个片状纤维的层叠体称为干预成型体。此外,作为用于制作干预成型体的原材料的带状纤维,在市场上以干带状材料的名称销售。

[0065] 图1所示的示例中,赋形模具1的形状为在平板1A上形成凸部1B而成的形状;凸部1B的形状为将横截面为矩形的圆环形状在半径方向上切断而成的形状。而且,赋形模具1的凸部1B的上表面侧的平面形成第一赋形面3,凸部1B的内侧的侧面侧的凹陷曲面形成第二赋形面4,凸部1B的外侧的侧面侧的凸状曲面形成第三赋形面5。

[0066] 因此,如果使用赋形模具1,则可以制作具有形成向与平面状的卷筒物6相同的面弯曲的内侧的凸缘7和弯曲的外侧的凸缘8的形状的预成型体2。更具体而言,可以制作具有将从凸折侧看为凸状曲面9和从凸折侧看为凹陷曲面10与平面11连接而成的表面形状的板状,且具有长度结构的预成型体2。

[0067] 当然,也可以在赋形模具1的凸部1B的边缘施加R倒角和C倒角等倒角,以在卷筒物

6和内侧的凸缘7以及外侧的凸缘8的连接部分形成R倒角和C倒角等倒角。

[0068] 当制作像将图1所示的具有平板形状的卷筒物6和弯曲的板状凸缘7、8连接而成的形状那样,具有将至少一个为曲面的第一表面和第二表面连接而成的形状的预成型体2时,可以通过具有以下步骤的预成型体赋形方法来制作:通过层叠含浸树脂前的片状纤维,来制作具有多层纤维层的纤维层叠体;以及通过在层叠后或层叠中将片状纤维折弯,来制作具有将至少一个为曲面的第一表面和第二表面连接而成的形状的预成型体2。

[0069] 另外,在包括弯折片状纤维的赋形步骤中,也可以在弯折后将形成曲面的片状纤维扩展并弯折。作为具体示例,对于形成弯曲的板状凸缘7、8的片状纤维,可以稍稍扩展并赋形。

[0070] 图2(A)和图2(B)是说明通过目前的预成型体赋形方法制作图1所示的预成型体2时产生的问题点的图。

[0071] 可以如图2(A)所示将纤维取向角恒定的平坦片状纤维20层叠,再如图2(B)所示将其弯折。这种情况下,在形成平坦的卷筒物6的部分20A,纤维的取向角不会变化;而在形成弯曲的凸缘7、8的部分20B,纤维会弯曲,从而使纤维的取向角发生变化。其结果,赋形后的纤维取向角不会成为目标取向角,会导致复合材料的强度和刚性下降。

[0072] 因此,可以将片状纤维弯折前的纤维取向确定为弯折后的纤维取向成为理想取向。这种情况下,通过将纤维取向互不相同的多个片状纤维组合,会形成共同的纤维层。

[0073] 图3(A)和图3(B)是说明本发明第一实施方式的预成型体赋形方法的图。

[0074] 如图3(A)所示,为了形成构成预成型体2的多层纤维层中的至少一层纤维层,可以配置在弯折后形成平坦的卷筒物6等第一表面的平坦的第一片状纤维21,以及在弯折后形成弯曲的凸缘7、8等第二表面的平坦的第二片状纤维22。其中,第一片状纤维21和第二片状纤维22在弯折前的纤维长度方向确定为互不相同的方向,以在分别弯折后成为作为目标的长度方向。

[0075] 例如,如果要赋形具有将具有图1所示的平板形状的卷筒物6和弯曲的板状凸缘7、8连接而成的形状的预成型体2,则可以如图3(B)所示用第一片状纤维21形成具有平板形状的卷筒物6,并且用并排相邻配置在各凸缘7、8的长度方向上的多个第二片状纤维22形成弯曲的各凸缘7、8。

[0076] 之后,为了使代表图3(B)所示的在弯折后形成弯曲的凸缘7、8的多个第二片状纤维22的长度方向,即多个第二片状纤维22的取向接近形成具有平板形状的卷筒物6的第一片状纤维21的取向,如图3(A)所示,可以将弯折前的平坦的多个第二片状纤维22的长度方向分别确定为直线且各不相同的方向。

[0077] 也就是说,每根纤维的长度方向虽然是随机方向,但可以将代表纤维长度方向的方向即纤维取向在弯折后的多个第二片状纤维22和第一片状纤维21之间尽量靠近。由于弯折后的多个第二片状纤维22的法线方向与第一片状纤维21的法线方向不同,因此在弯折后的多个第二片状纤维22和第一片状纤维21之间使纤维取向接近,相当于将代表多个第二片状纤维22的长度方向的方向设为在空间上与代表第一片状纤维21的长度方向的方向相对应的方向。当纤维取向恒定时,作为取向角可以表示纤维的取向。

[0078] 更具体而言,形成具有平板形状的卷筒物6的第一片状纤维21即使弯折,其纤维取向角也不会变化,因此可以在弯折前的平坦状态下设为恒定。而形成弯曲的各凸缘7、8的第

二片状纤维21在弯折后,其纤维取向角会发生变化。因此,为了在弯折后得到目标纤维取向角,希望确定弯折前的纤维取向角。

[0079] 如图3(A)和图3(B)所示,当形成卷筒物6的第一片状纤维21的取向角为0度(L0)时,适合以弯折后形成弯曲的凸缘7、8的纤维长度方向与平坦的卷筒物6平行的方式,来确定弯折前的纤维长度方向。但是,弯折前的平坦的片状纤维的理想长度方向为曲线,会导致片状纤维的制造成本增加。

[0080] 因此,如图3(A)所示,为了形成弯曲的各凸缘7、8,可以配置各纤维长度方向确定为直线的多个第二片状纤维22。并且,如图3(A)所示,通过在逐渐改变纤维取向角的同时配置弯折前平坦的多个第二片状纤维22,如图3(B)所示,可以将代表弯折后的多个第二片状纤维22的长度方向的方向设为与具有平板形状的卷筒物6平行。

[0081] 也就是说,通过相邻配置纤维长度方向为直线的多个第二片状纤维22,可以进行纤维长度方向的曲线逼近。由此,如图3(B)所示,可以制作由具有强度上适宜的取向角的纤维构成的预成型体2。

[0082] 在构成典型的预成型体2和复合材料的多层纤维层之间,纤维的取向角会发生改变。换言之,通过层叠纤维取向角互不相同的多个片状纤维,可以制作具有纤维取向角互不相同的多层纤维层的预成型体2。纤维的取向角已被标准化,取向角为0度、 $\pm 45$ 度和90度的片状纤维多用于层叠。

[0083] 图3(A)和图3(B)表示构成卷筒物6的纤维的取向角为0度时的示例。因此,纤维取向角相同或不同的片状纤维要在厚度方向上层叠。取向角为90度的片状纤维即使弯折而形成曲面,纤维的长度方向也几乎不会变化。因此,不必为了形成图3(A)和图3(B)所示的弯曲的各凸缘7、8和具有平板形状的卷筒物6,而将一层纤维层分割成第一片状纤维21和多个第二片状纤维22。即,纤维取向角为90度的纤维层可以由1片片状纤维构成。

[0084] 与此相对,当弯折取向角为45度的片状纤维而形成曲面时,纤维的长度方向会变为曲线形。因此,为了使弯折后的纤维长度方向尽量接近于直线,优选相邻配置多个片状纤维。不限于取向角为45度的纤维,关于具有其他取向角的纤维,也可以根据取向角来处理。

[0085] 图4(A)和图4(B)是表示将本发明的纤维取向角设为45度时的纤维配置示例的图。

[0086] 如图4(A)和图4(B)所示,当构成卷筒物6的纤维的取向角为45度(L45)时,为了使构成弯曲的各凸缘7、8的纤维的取向角尽量接近45度,可以彼此改变纤维的取向角而配置弯折前纤维取向角为直线的多个第二片状纤维22。当构成卷筒物6的纤维的取向角为45度时,如图4(A)所示,适宜在展开成平面状的状态下的各凸缘7、8的高度方向上,并排相邻配置纤维取向角逐级变化的多个第二片状纤维22。

[0087] 更具体而言,为了使在弯折后形成各凸缘7、8的多个第二片状纤维22的长度方向成为曲线,且代表多个第二片状纤维22的长度方向的方向彼此相同,适宜并排配置在弯折前各纤维长度方向确定为直线的多个第二片状纤维22。此外,由于弯折后的多个第二片状纤维22的长度方向变成曲线,因此,例如为了使通过纤维两端的直线和纤维中点的切线的方向在弯折后的多个第二片状纤维22之间相同,可以分别确定弯折前的多个第二片状纤维22的长度方向。也就是说,可以将代表弯折后的多个第二片状纤维22的长度方向的方向,设为通过纤维两端的直线和纤维中点的切线的方向。

[0088] 当在层叠方向上层叠图3(A)和图4(A)所示的用于形成各纤维层的片状纤维时,用

粘合剂进行暂时固定并进行层叠,可以防止片状纤维错位。尤其是当层叠取向角不同的片状纤维而形成多层纤维层时,如参照图3(A)和图4(A)所说明的那样,为了形成相同的纤维层而相邻配置的多个片状纤维之间的边界位置,在取向角不同的纤维层之间是不同的。

[0089] 因此,即使为了形成相同的纤维层而相邻配置多个片状纤维,也可以通过利用粘合剂将在层叠方向上相邻的片状纤维暂时固定,来防止纤维错位和对弯折而言不必要的纤维过度滑动。特别是由于如上所述取向角为90度的纤维层可以由1片片状纤维构成,因此即使其他纤维层被分割成多个片状纤维,也能够通过暂时固定在取向角为90度的纤维层,来防止纤维的错位和过度滑动。

[0090] 作为粘合剂,可举出热可塑性粘合剂和热固化性粘合剂。附着有片状、网状、无纺布状或粉末状的热可塑性粘合剂的片状纤维和附着有粉末状或液状的热固化性粘合剂的片状纤维已经产品化。

[0091] 图5是表示在纤维上附着有热可塑性树脂的微粒作为热可塑性粘合剂的片状纤维的结构立体图。

[0092] 如图5所示,在捆扎成片状的纤维束30上涂布热可塑性树脂的微粒31作为热可塑性粘合剂的片状纤维32已经产品化。

[0093] 图6是表示在纤维上附着有热可塑性无纺布作为热可塑性粘合剂的干带状材料的结构的立体图。

[0094] 如图6所示,在捆扎成片状的纤维束30上重叠热可塑性无纺布33作为热可塑性粘合剂的片状纤维34也已经产品化。

[0095] 因此,可以将图5和图6所示的附着有希望的粘合剂的片状纤维暂时固定并进行层叠。当然,在不进行暂时固定的情况下,也可以层叠未附着有粘合剂的片状纤维。

[0096] 另外,附带用于进行粘合剂点焊的加热装置的纤维自动层叠装置也已产品化。因此,如果在用粘合剂进行暂时固定并在平板状层叠夹具上层叠片状纤维之后,在图1所示的赋形模具1中放置片状的纤维层叠体并折弯来制作预成型体2,则可以容易地使伴随暂时固定的纤维层叠自动进行。另外,纤维的暂时固定和层叠无论是自动进行,还是由操作者手工进行,如果在层叠纤维之后弯折纤维,则纤维的弯折次数为每条弯折线一次,因此也可以使作业量减少。

[0097] 图7是表示使用图1所示的赋形模具1随着片状纤维层叠体的装袋而制作预成型体2的示例的赋形模具1的横向剖面图。

[0098] 在进行纤维层叠体40的装袋时,如图7所示,用袋膜41覆盖在赋形模具1的凸部1B上层叠的纤维层叠体40,用密封胶42将袋膜41的边缘贴附在赋形模具1的平板1A上,由此可以将纤维层叠体40密封。

[0099] 接着,可以用真空装置43对用袋膜41密封的区域进行减压。另外,真空装置43可以通过真空软管与袋膜41连接,也可以与赋形模具1连接。当通过真空装置43抽真空时,可以在纤维层叠体40负载大气压与用袋膜41密封的区域内的压力的差压。即,通过用袋膜41将纤维层叠体40装袋,可以对纤维层叠体40进行加压。由此,可以获得赋形后的预成型体2。

[0100] 另外,在用附着有热可塑性粘合剂的纤维层叠体40对预成型体2赋形时,需要将纤维层叠体40加热到粘合剂熔融的温度。因此,例如可以将加热装置44内置于赋形模具1,将热可塑性粘合剂熔融。当然,也可以将装袋完毕的纤维层叠体40与赋形模具1一起运送到烤

炉等独立的加热装置44中。

[0101] 图8是表示通过用图1所示的赋形模具1和上模50夹入纤维层叠体40来制作预成型体2的示例的赋形模具1和上模50的横向剖面图。

[0102] 如图8所示,可以用形成与赋形后的预成型体2的形状相适合的凹部的上模50和作为下模发挥功能的赋形模具1夹住纤维层叠体40进行加压。由此,可以获得赋形后的预成型体2。

[0103] 即使在用赋形模具1和上模50夹住纤维层叠体40的情况下,当用热可塑性粘合剂进行预成型体2的赋形时,也需要将纤维层叠体40加热到粘合剂熔融的温度。因此,例如可以将加热装置44内置于赋形模具1和上模50中的至少一个,将热可塑性粘合剂熔融。当然,也可以将纤维层叠体40与赋形模具1和上模50一起运送到烤炉等独立的加热装置44中。

[0104] 当利用上述预成型体赋形方法制作预成型体2时,可以通过在预成型体2中含浸树脂进行固化,来制作复合材料。

[0105] 图9是说明通过VaRTM法成型复合材料的方法的图,图10是说明利用对模RTM法成型复合材料的方法的图。

[0106] 当通过VaRTM法成型复合材料时,如图9所示,在复合材料成型用的下模60上安放预成型体2。下模60可以与图1所示的赋形模具1通用,也可以作为复合材料成型专用的其他模具。当下模60与赋形模具1通用时,关于其他装置和设备也可以通用。

[0107] 然后,用袋膜61覆盖安放在下模60上的预成型体2,用密封胶62将袋膜61的边缘贴附在下模60上。然后,用真空装置63对用袋膜61密封的区域进行减压。即,用真空装置63抽真空,由此将预成型体2装袋。

[0108] 而当通过对模RTM法成型复合材料时,如图10所示,在复合材料成型用的下模60和上模64之间形成的空间配置预成型体2。然后,利用真空装置63,对下模60和上模64之间形成的空间进行抽真空。

[0109] 抽真空完成后,在如图9所示使用袋膜61装袋的情况或如图10所示使用上模64的情况中的任一情况下,均从树脂注入装置65注入树脂。即,从树脂注入装置65向袋膜61所覆盖的区域或下模60和上模64之间的区域注入树脂。由此,可以在预成型体2中含浸树脂。

[0110] 另外,根据需要,在树脂注入装置65中加热树脂,以获得树脂的流动性。另外,在树脂加热的状态下进行注入时,也可以在下模60中内置加热装置对树脂进行加热,以免树脂温度下降。当在下模60中内置加热装置时,例如,可以将有加热蒸汽、热风或热水等加热流体流通的配管内置在下模60中。或者,也可以将电加热器内置在下模60中。另外,如图10所示,当使用上模64时,可以在上模64中内置加热装置。

[0111] 接着,进行预成型体2中含浸的树脂的加热固化。具体而言,如图9或图10所示,利用加热装置66将树脂加热到固化的温度。加热装置66可以和上述内置于下模60或上模64的加热装置通用,也可以设置为烤炉等其他加热装置。当把树脂加热到固化温度时,树脂会固化,可以制作成型后的复合材料。即,可以成型图1所示的具有卷筒物6和凸缘7、8的复合材料。

[0112] 另外,参照图9和图10说明的示例是构成复合材料的基质树脂为热固化性树脂的情况的示例,但也可以将基质树脂设为热可塑性树脂。当基质树脂为热可塑性树脂时,可以通过将热可塑性树脂作为基质树脂的复合材料的公知制法来制作复合材料。

[0113] 另外,不仅是复合材料的组成,形状也不受上述示例的限制,可以将具有希望形状的预成型体2和复合材料作为制作对象。

[0114] 图11是表示可以通过本发明第一实施方式的预成型体赋形方法制作的预成型体的另一形状示例的立体图。

[0115] 如图11所示,也可以制作具有在平面状卷筒物6的一个表面形成弯曲的内侧的凸缘7的同时,在另一个表面形成弯曲的外侧的凸缘8的形状的预成型体2。换言之,也可以制作具有横截面大致为Z形的弯曲的长条结构的预成型体2。具有这种形状的预成型体2也具有将从凸折侧看为凸状曲面9和从凸折侧看为凹陷曲面10与平面11连接而成的表面形状。

[0116] 这种情况下,可以在刚体的赋形模具1的凸部1B,形成第一赋形面3、第二赋形面4和第三赋形面5,其中第一赋形面3形成用于赋形卷筒物6的平面,第二赋形面4和第三赋形面5形成用于分别赋形内侧凸缘7和外侧凸缘8的凸状曲面。另外,为了使片状纤维能够在弯折的同时安放在凸部1B上,可以使第一赋形面3、第二赋形面4和第三赋形面5的各法线方向相对于垂直方向和水平方向倾斜。

[0117] 如上所述的预成型体赋形方法和复合材料成型方法将弯折并形成曲面的片状纤维在弯折前的取向角确定为在弯折后成为理想的取向角。

[0118] (效果)

[0119] 因此,通过预成型体赋形方法和复合材料成型方法,即使是图1和图11所示的具备具有弯曲的凸缘7、8的复杂三维形状的预成型体2和复合材料,也能够将纤维的取向角设为适宜的取向角。其结果,可以进一步提高复合材料的强度和刚性。

[0120] (第二实施方式)

[0121] 图12(A)和图12(B)是说明本发明第二实施方式的预成型体赋形方法的图。

[0122] 图12(A)和图12(B)所示的第二实施方式中,通过将形成曲面的第二片状纤维22的长度方向设为曲线,来用1片第二片状纤维22形成一层纤维层中所含有的各曲面,这一点与第一实施方式不同。关于第二实施方式的其他特征,由于与第一实施方式的特征实质上没有不同,因此仅图示第一片状纤维21和第二片状纤维22的配置示例和弯折后的形状,对相同构成要素附加相同符号并省略说明。

[0123] 如图12(A)所示,可以将弯折后形成曲面的第二片状纤维22的弯折前的长度方向设为曲线,以使其在弯折后成为理想的长度方向。作为具体示例,如图12(B)所示,当用纤维取向角为0度的第一片状纤维21形成具有平板形状的卷筒物6,并用第二片状纤维22分别形成弯曲的凸缘7、8时,如图12(A)所示,为了形成至少一层纤维层,可以配置纤维长度方向确定为曲线的第二片状纤维22,以使代表弯折后分别形成弯曲的凸缘7、8的第二片状纤维22的长度方向的方向与具有平板形状的卷筒物6平行。

[0124] 当然,在纤维取向角为其他纤维取向角,例如纤维取向角为45度等的情况下,通过配置代表弯折前的纤维长度方向的方向为曲线的第二片状纤维22,可以将代表第二片状纤维22在弯折后的纤维长度方向的方向设为更加适宜的方向。

[0125] 通过上述第二实施方式,可以用1片第二片状纤维22来形成构成预成型体2和复合材料的一层纤维层中所包含的一个曲面。因此,可以大幅减少第二片状纤维22的层叠作业。

[0126] (其他实施方式)

[0127] 以上记载了特定的实施方式,但记载的实施方式仅仅是一例,并不用于限定发明

的范围。此处记载的新方法及装置,可以通过其他方式来实现。另外,此处记载的方法及装置的方式中,在不脱离发明要旨的范围内,可以进行各种省略、替换及变更。附属的权利要求书及其等同物,均包含各种方式及变形例,作为发明的范围及要旨所包含的要素。

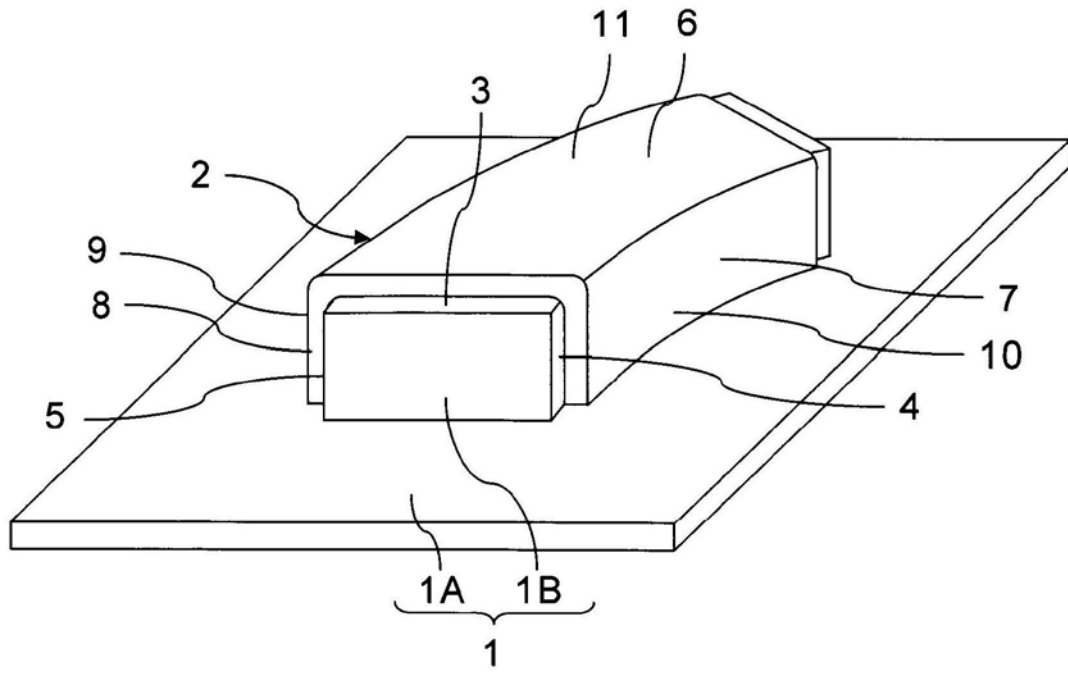


图1

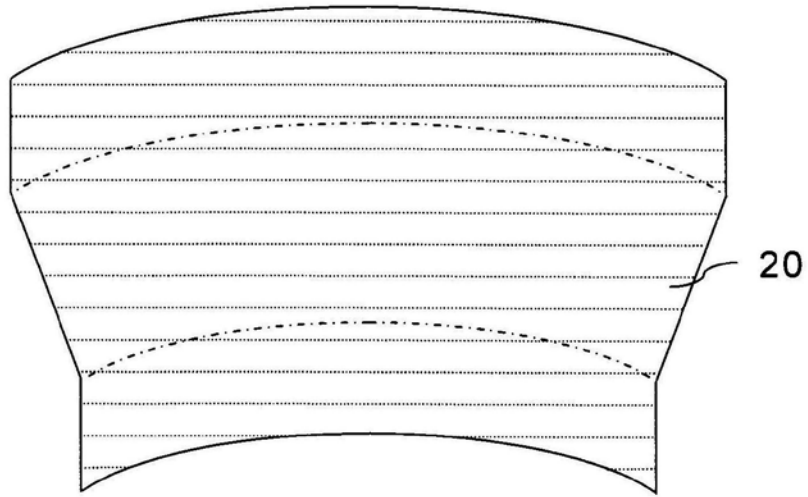


图2(A)

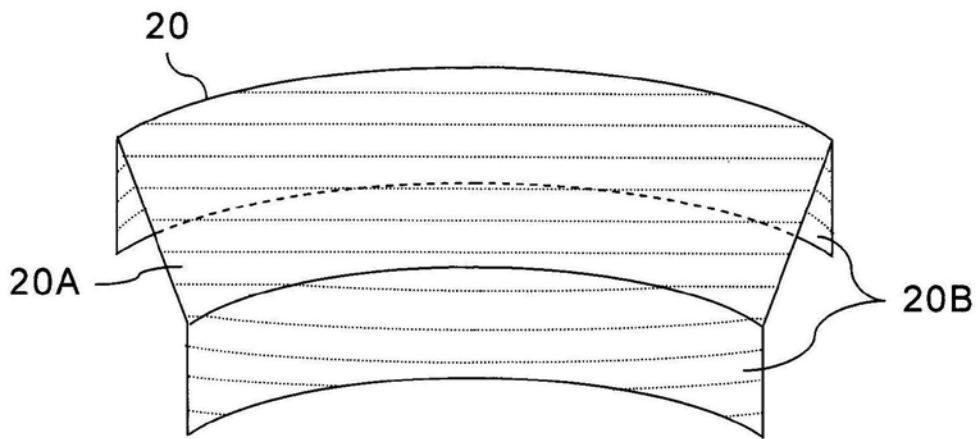
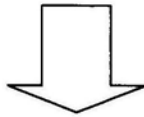


图2(B)

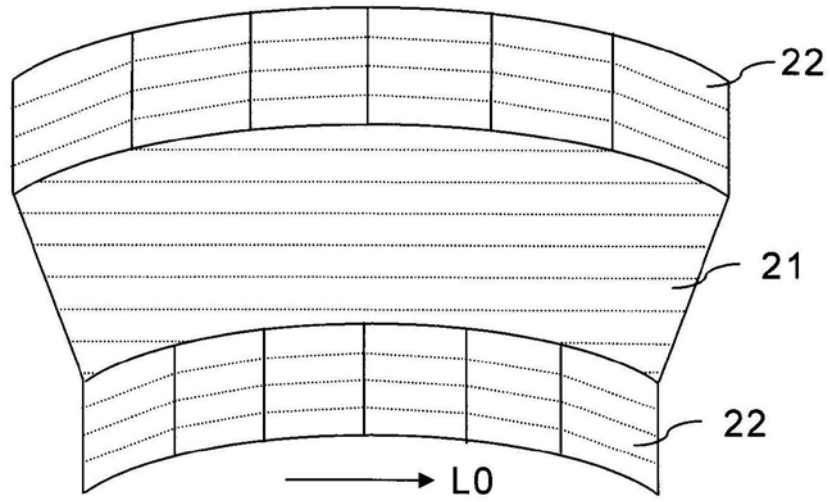


图3(A)

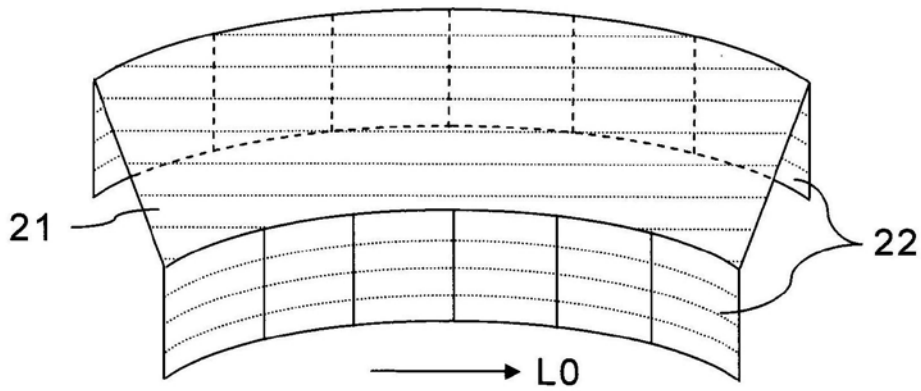
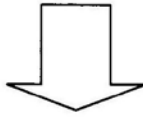


图3(B)

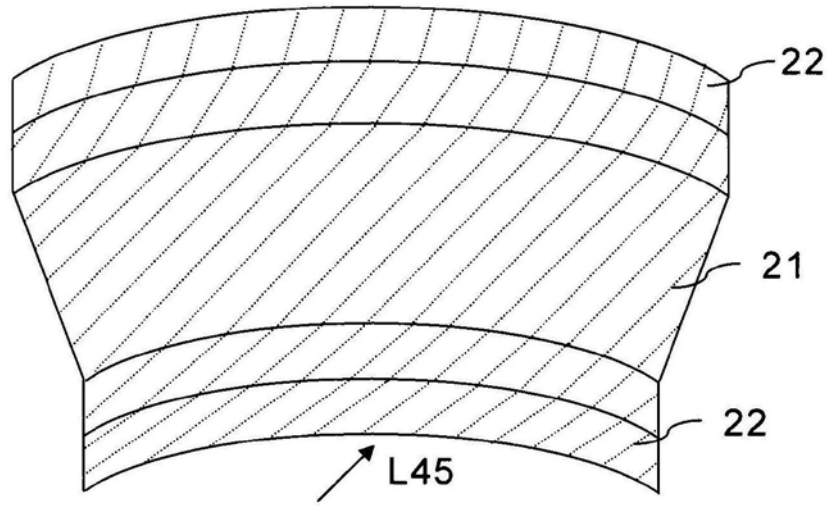


图 4 (A)

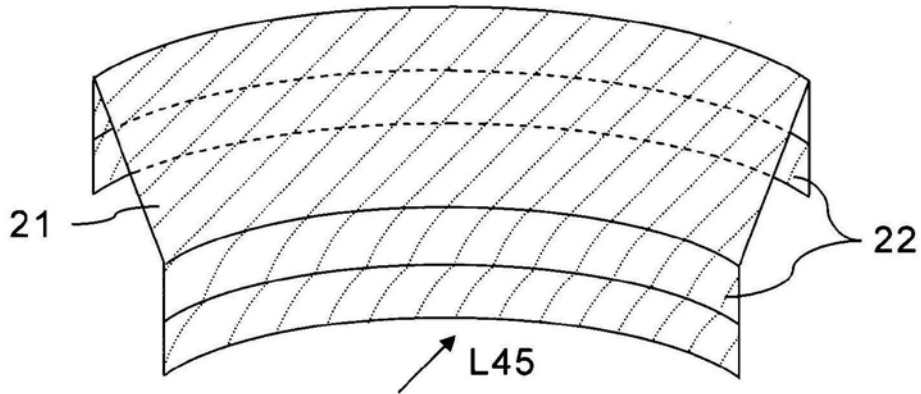
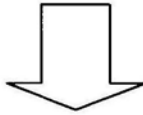


图 4 (B)

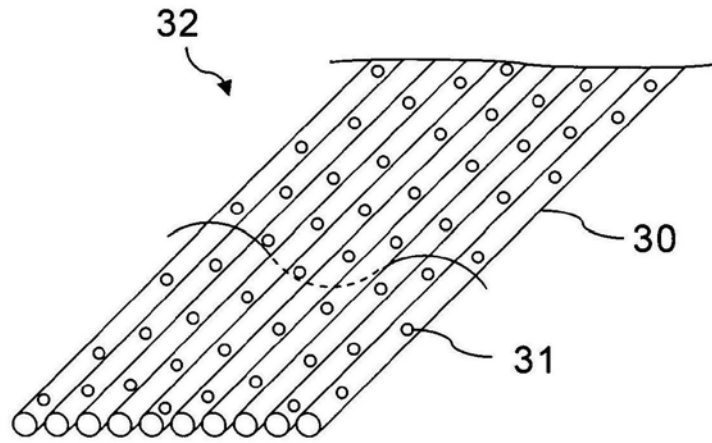


图5

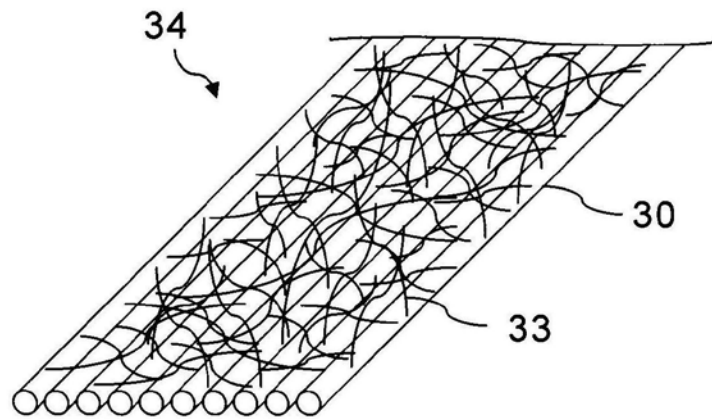


图6

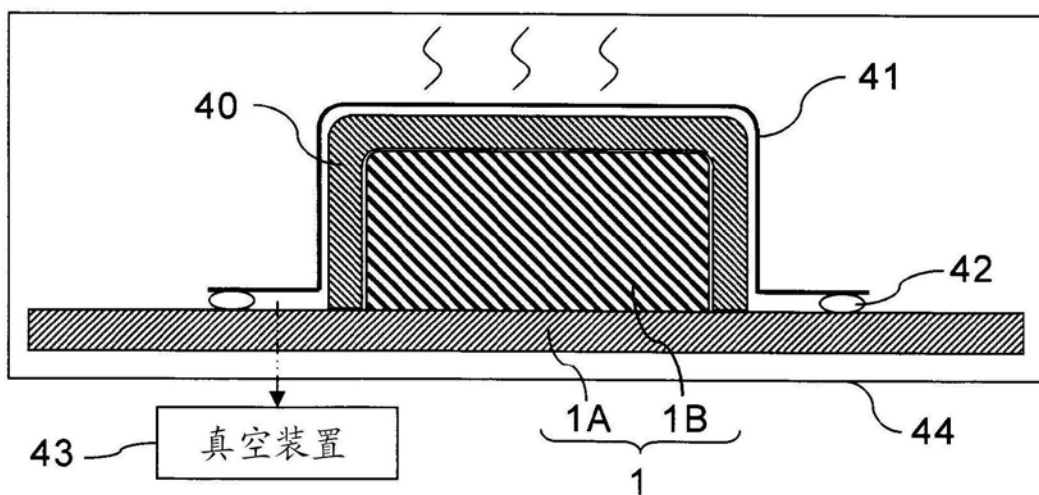


图7

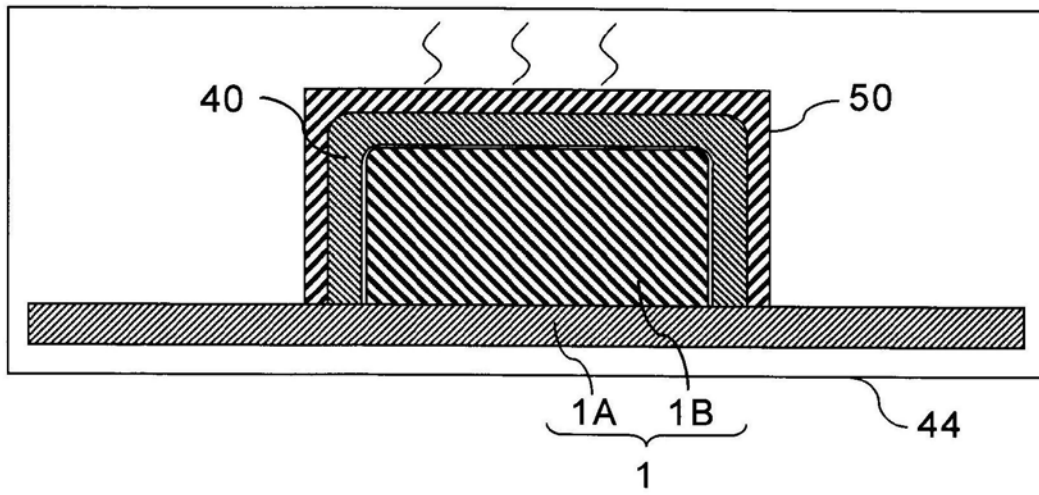


图8

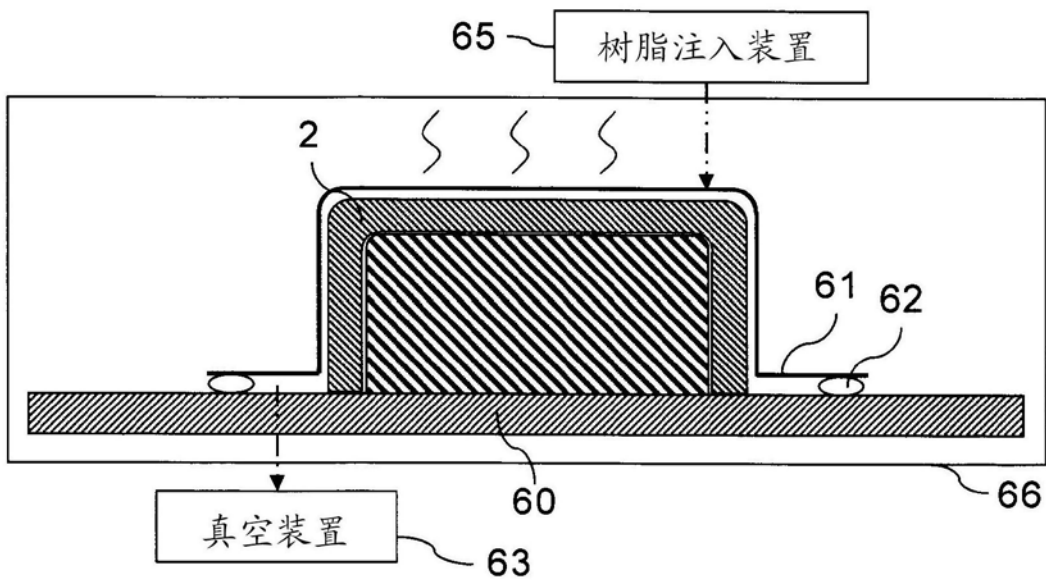


图9

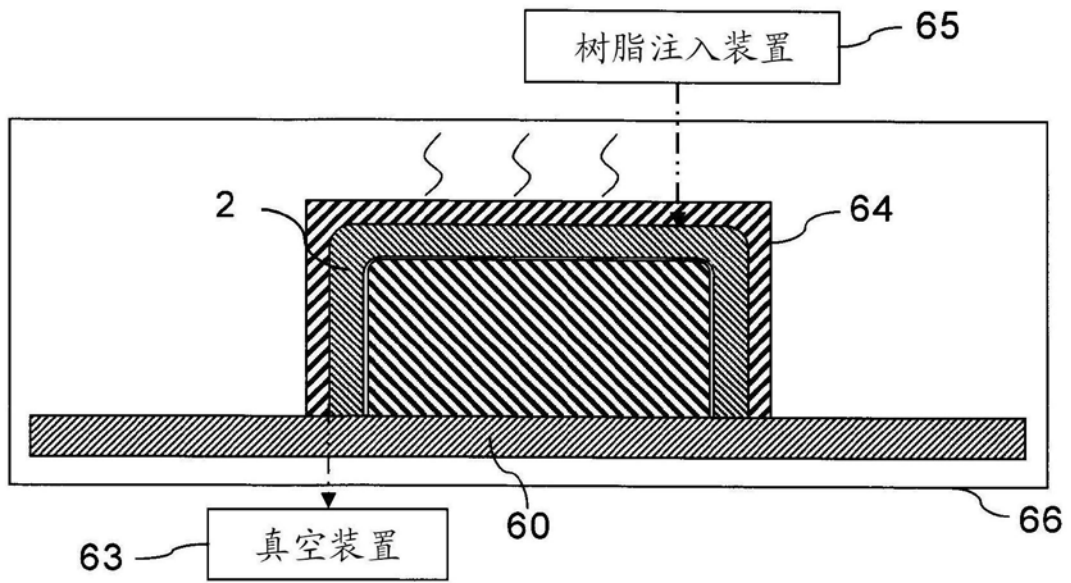


图10

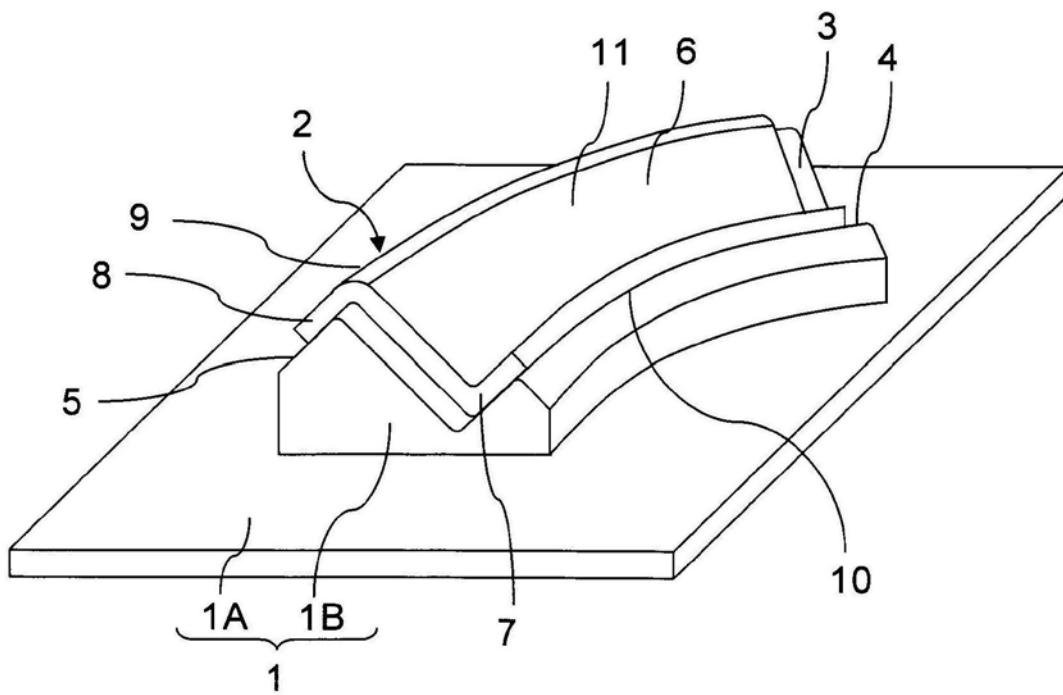


图11

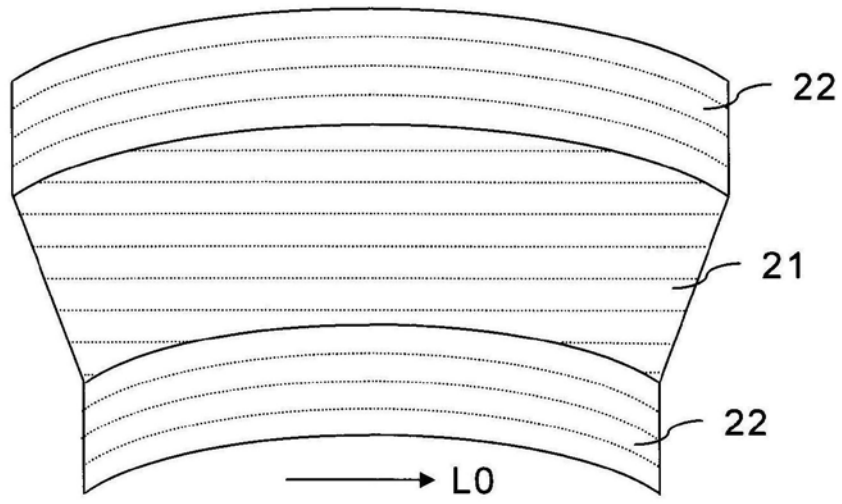


图12(A)

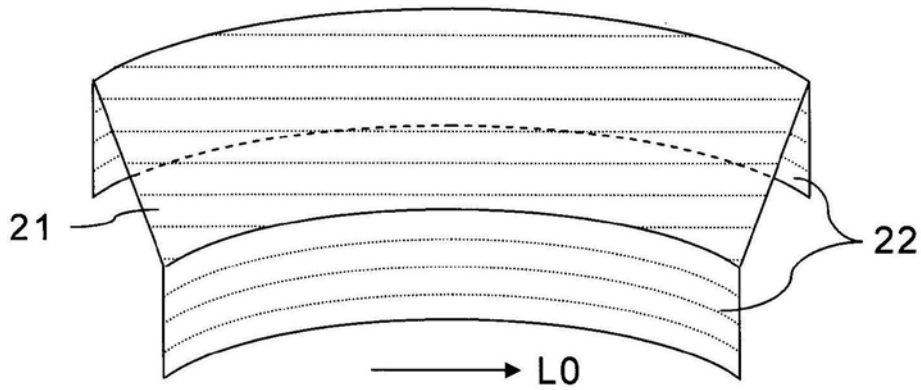
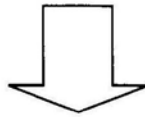


图12(B)