



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117484909 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 19

(21) 申请号 202311453478.5

(22) 申请日 2023.11.02

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 117484909 A

(43) 申请公布日 2024.02.02

(73) 专利权人 哈尔滨远驰航空装备有限公司  
地址 150000 黑龙江省哈尔滨市香坊区(原动力区)朝阳镇前进村  
专利权人 江西九由航空装备有限公司

(72) 发明人 方松泳 夏吉升 孙德权 张建坤  
段冶 孙立明

(74) 专利代理机构 北京志霖恒远知识产权代理有限公司 11435  
专利代理师 郭栋梁

(51) Int. Cl.

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101629630 A, 2010.01.20

CN 111002659 A, 2020.04.14

US 2017276648 A1, 2017.09.28

CN 216636802 U, 2022.05.31

WO 2019049411 A1, 2019.03.14

CN 113290884 A, 2021.08.24

JP H1199993 A, 1999.04.13

CN 112141315 A, 2020.12.29

CN 116674231 A, 2023.09.01

US 2002189195 A1, 2002.12.19

审查员 唐绍华

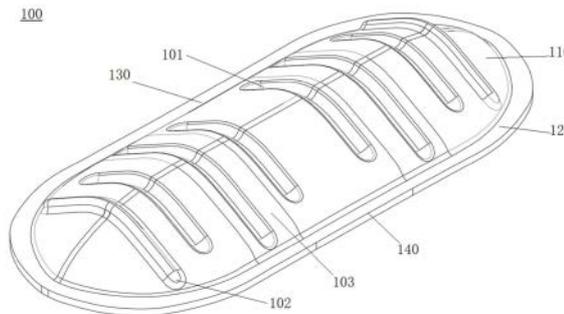
权利要求书2页 说明书17页 附图9页

(54) 发明名称

一种复合材料机载构件、成型方法及其成型模具

(57) 摘要

本申请一般涉及航空材料制备技术领域,本申请公开了一种复合材料机载构件、成型方法及其成型模具,机载构件包括曲形主体,曲形主体上并排设置有多个筋部,方法包括:提供成型模具,成型模具包括模型本体和多个层压件;在模型本体的表面随形铺设预设层数的预浸料,预设层数的预浸料至少覆盖成型部;将层压件固定设置在成型部位置处的预浸料上;在模型本体和层压件上铺设导气层和真空膜;在真空膜与层压件之间形成负压,采用负压的方式对通过层压件对预浸料进行层压操作;重复随形铺设操作和层压操作,直至用于成型筋部的全部预浸料层压完成,形成用于成型机载构件的料胚体。



1. 一种复合材料机载构件的成型方法,其特征在于,所述机载构件包括曲形主体,所述曲形主体上并排设置有多个筋部,所述方法包括:

提供成型模具,所述成型模具包括模型本体和多个层压件,所述模型本体的形状与所述曲形主体的形状相匹配,所述模型本体上并排设置有多个成型部,所述成型部的形状与所述筋部的形状相匹配,所述层压件的形状与所述成型部的形状相匹配;

在所述模型本体的表面随形铺设预设层数的预浸料,所述预设层数的预浸料至少覆盖所述成型部;

将所述层压件固定设置在所述成型部位置处的所述预浸料上;在所述模型本体和所述层压件上铺设导气层和真空膜;

在所述真空膜与所述层压件之间形成负压,采用负压的方式对通过所述层压件对所述预浸料进行层压操作;

重复随形铺设操作和层压操作,直至用于成型所述筋部的全部预浸料层压完成,形成用于成型所述机载构件的料胚体;

采用高温方式在所述真空膜与所述层压件之间形成负压,以采用高温负压方式进行层压,具体包括:

在所述模型本体的外侧围绕所述预浸料设置挡胶条,所述挡胶条与所述预浸料之间设置有间隙;

在所述挡胶条远离所述预浸料的外围铺设电加热层;

在铺设的所述预浸料和所述层压件上随形铺设所述导气层和所述真空膜,所述导气层自所述模型本体延伸至所述电加热层上;所述真空膜至少覆盖所述导气层;

通过所述真空膜对所述模型本体上的预设层数的预浸料和所述层压件进行抽真空,并通过所述电加热层进行加热;

其中,所述筋部包括凹部和/或凸部,所述成型部包括与所述凹部形状相匹配的凹槽以及与所述凸部形状相匹配的凸起,所述层压件包括与所述凹槽的形状相匹配的第一层压件以及与所述凸起的形状相匹配的第二层压件;所述成型模具还包括与所述第一层压件和所述第二层压件配合的限位机构,所述限位机构包括可拆卸地设置在底板上的限位框,所述方法还包括:

通过所述限位机构限定所述第一层压件与所述模型本体之间的间距以成型第一预设厚度的所述凹部;以及用于将所述第二层压件安放在所述料胚体上铺设的隔离膜上层对应所述凸起的位置,并通过所述限位机构限定所述第二层压件与所述模型本体之间的间距以成型第二预设厚度的所述凸部。

2. 根据权利要求1所述的复合材料机载构件的成型方法,其特征在于,所述导气层包括层叠设置的两层有孔隔离膜和一层透气毡,所述有孔隔离膜设置铺设在靠近所述预浸料的一侧。

3. 根据权利要求1所述的复合材料机载构件的成型方法,其特征在于,所述方法包括:在所述层压操作中采用外部正压内部负压的方式进行层压。

4. 根据权利要求3所述的复合材料机载构件的成型方法,其特征在于,采用外部正压内部负压的方式进行层压,所述方法包括:

通过对所述预浸料和所述层压件进行抽真空,所述抽真空压力不低于-85Kpa的压力;

通过真空罐在所述真空膜的外部施加正压,所述正压不低于+60Kpa;  
在真空罐内通过电加热层以1.5°C/min的速率升温至75°C,开始保温120±5min;  
恒温结束后再以1.5°C/min的速率升温至120°C,开始保温60±5min;  
恒温结束后,按1.5°C/min的速率降温至65°C卸压出罐。

5.根据权利要求1所述的复合材料机载构件的成型方法,其特征在于,所述方法还包括:

在所述料胚体上随形铺设无孔隔离膜;

将所述层压件固定设置在所述无孔隔离膜上对应所述成型部的位置,所述层压件与所述模型本体之间形成用于成型所述筋部的型腔,所述型腔的高度与所述筋部的厚度相对应。

6.根据权利要求1所述的复合材料机载构件的成型方法,其特征在于,所述机载构件在沿第一方向上具有一定的长度,在沿第二方向上具有一定的宽度,在沿第三方向上具有一定的厚度,第一方向、第二方向、第三方向两两垂直预设平面。

7.根据权利要求1所述的复合材料机载构件的成型方法,其特征在于,所述第一层压件和所述第二层压件为金属材质,提高层压效果。

8.根据权利要求1所述的复合材料机载构件的成型方法,其特征在于,同一所述限位机构上设置有至少一个第一限位件和多个第二限位件,所述第一限位件与所述第一层压件的数量一一对应,所述第二限位件与所述第二层压件的数量一一对应。

## 一种复合材料机载构件、成型方法及其成型模具

### 技术领域

[0001] 本申请一般涉及航空材料制备技术领域,具体涉及一种复合材料机载构件、成型方法及其成型模具。

### 背景技术

[0002] 多筋构件常用在航空航天领域中,以实现机载的高性能轻量化特征。多筋构件上设置的筋多为条状的筋部或者腹部,筋腹数量较多、筋腹与筋腹之间的间隔较小,与产品外形曲率变化较大。

[0003] 此类构件的结构比较复杂,传统的成型方式一般是通过操作者手法将辅材贴实,保证成型部位辅材不架桥,这种辅材贴实方法无法保证产品厚度统一,成型质量不佳;另外,如若采用一步成形,变形量较大,在筋的根部易出现折叠、穿流等缺陷,筋部易出现充填不满,充填高度不够等。

### 发明内容

[0004] 鉴于现有技术中的上述缺陷或不足,期望提供一种复合材料机载构件、成型方法及其成型模具,可以提高机载构件的成型良率,提高成型质量。

[0005] 第一方面,本申请提供了一种复合材料机载构件的成型方法,所述机载构件包括曲形主体,所述曲形主体上并排设置有多个筋部,所述方法包括:

[0006] 提供成型模具,所述成型模具包括模型本体和多个层压件,所述模型本体的形状与所述曲形主体的形状相匹配,所述模型本体上并排设置有多个成型部,所述成型部的形状与所述筋部的形状相匹配,所述层压件的形状与所述成型部的形状相匹配;

[0007] 在所述模型本体的表面随形铺设预设层数的预浸料,所述预设层数的预浸料至少覆盖所述成型部;

[0008] 将所述层压件固定设置在所述成型部位置处的所述预浸料上;在所述模型本体和所述层压件上铺设导气层和真空膜;

[0009] 在所述真空膜与所述层压件之间形成负压,采用负压的方式对通过所述层压件对所述预浸料进行层压操作;

[0010] 重复随形铺设操作和层压操作,直至用于成型所述筋部的全部预浸料层压完成,形成用于成型所述机载构件的料胚体。

[0011] 可选地,所述方法还包括:

[0012] 采用高温方式在所述真空膜与所述层压件之间形成负压,以采用高温负压方式进行层压。

[0013] 可选地,采用高温负压方式进行层压,所述方法包括:

[0014] 在所述模型本体的外侧围绕所述预浸料设置挡胶条,所述挡胶条与所述预浸料之间设置有间隙;

[0015] 在所述挡胶条远离所述预浸料的外围铺设电加热层;

- [0016] 在铺设的所述预浸料和所述层压件上随形铺设所述导气层和所述真空膜,所述导气层自所述模型本体延伸至所述电加热层上;所述真空膜至少覆盖所述导气层;
- [0017] 通过所述真空膜对所述模型本体上的预设层数的预浸料和所述层压件进行抽真空,并通过所述电加热层进行加热。
- [0018] 可选地,所述导气层包括层叠设置的两层有孔隔离膜和一层透气毡,所述有孔隔离膜设置铺设在靠近所述预浸料的一侧。
- [0019] 可选地,所述方法包括:在所述层压操作中采用外部正压内部负压的方式进行层压。
- [0020] 可选地,采用外部正压内部负压的方式进行层压,所述方法包括:
- [0021] 通过对所述预浸料和所述层压件进行抽真空,所述抽真空压力不低于-85Kpa的压力;
- [0022] 通过真空罐在所述真空膜的外部施加正压,所述正压不低于+60Kpa;
- [0023] 在真空罐内通过电加热层以1.5°C/min的速率升温至75°C,开始保温120±5min;
- [0024] 恒温结束后再以1.5°C/min的速率升温至120°C,开始保温60±5min;
- [0025] 恒温结束后,按1.5°C/min的速率降温至65°C卸压出罐。
- [0026] 可选地,所述筋部包括凹部和/或凸部,所述成型部包括与所述凹部形状相匹配的凹槽以及与所述凸部形状相匹配的凸起,所述层压件包括与所述凹槽的形状相匹配的第一层压件以及与所述凸起的形状相匹配的第二层压件。
- [0027] 可选地,所述方法还包括:
- [0028] 在所述料胚体上随形铺设无孔隔离膜;
- [0029] 将所述层压件固定设置在所述无孔隔离膜上对应所述成型部的位置,所述层压件与所述模型本体之间形成用于成型所述筋部的型腔,所述型腔的高度与所述筋部的厚度相对应。
- [0030] 第二方面,本申请提供了一种复合材料机载构件的成型模具,应用于如以上任一所述的方法,所述成型模具包括:
- [0031] 模型本体,所述模型本体的形状与所述曲形主体的形状相匹配,所述模型本体上并排设置有多个成型部,所述成型部的形状与所述筋部的形状相匹配,所述层压件的形状与所述成型部的形状相匹配;
- [0032] 多个层压件,所述层压件的形状与所述成型部的形状相匹配。
- [0033] 第三方面,本申请提供了一种复合材料机载构件,采用如以上任一所述的复合材料机载构件的成型方法制备成型。
- [0034] 本申请的实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果:
- [0035] 本申请实施例提供的复合材料机载构件的成型方法,通过层压件可以实现对模型本体上随形铺设的预浸料进行层压;在层压完成后还可以通过层压件可以形成用于成型筋部的型腔,提高机载构件的成型良率,提高成型质量。

## 附图说明

- [0036] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述,本申请的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

- [0037] 图1为本申请的实施例提供一种机载构件的结构示意图；
- [0038] 图2为本申请的实施例提供一种机载构件的截面示意图；
- [0039] 图3为本申请的实施例提供一种凹部的放大示意图；
- [0040] 图4为本申请的实施例提供一种凸起的放大示意图；
- [0041] 图5为本申请的实施例提供一种成型模具的结构示意图；
- [0042] 图6为本申请的实施例提供一种成型模具的俯视图；
- [0043] 图7为本申请的实施例提供一种成型模具的侧视图；
- [0044] 图8为本申请的实施例提供的另一种成型模具的结构示意图；
- [0045] 图9为本申请的实施例提供一种限位组件的安装示意图；
- [0046] 图10为本申请的实施例提供一种限位组件的结构示意图；
- [0047] 图11为本申请的实施例提供一种第一层压件的结构示意图；
- [0048] 图12为本申请的实施例提供一种第二层压件的结构示意图；
- [0049] 图13为本申请的实施例提供一种限位组件与导气组件的安装示意图；
- [0050] 图14为本申请的实施例提供一种第一导气件的爆炸示意图；
- [0051] 图15为本申请的实施例提供一种第一导气件的截面示意图；
- [0052] 图16为本申请的实施例提供一种第二导气件的结构示意图；
- [0053] 图17为本申请的实施例提供的另一种第一层压件的俯视图；
- [0054] 图18为本申请的实施例提供的另一种第二层压件的俯视图；
- [0055] 图19为本申请的实施例提供一种第一预浸料的随形铺设示意图；
- [0056] 图20为本申请的实施例提供一种电加热层的铺设示意图；
- [0057] 图21为本申请的实施例提供的另一种凹部的结构示意图；
- [0058] 图22为本申请的实施例提供一种第一预压件的结构示意图；
- [0059] 图23为本申请的实施例提供一种第一预压件的主视图；
- [0060] 图24为本申请的实施例提供的另一种第一预浸料的随形铺设示意图；
- [0061] 图25为本申请的实施例提供一种预浸块的随形铺设示意图。
- [0062] 图中：
- [0063] 100、机载构件；200、成型模具；300、挡胶条；400、电加热层；500、导气层；600、真空膜；
- [0064] 110、曲形主体；120、侧边主体；130、第一侧边；140、第二侧边；101、凹部；102、凸部；103、主体部；
- [0065] 111、第一表面；112、第二表面；113、第一凹面；114、第二凹面；115、第一凸面；116、第二凸面；123、第一曲面；124、第二曲面；125、第一弧面；126、第二弧面；127、第三弧面；128、第四弧面；
- [0066] 210、模型本体；220、第一层压件；230、第一侧缘；240、第二侧缘；250、限位组件；260、第二层压件；270、导气组件；280、第一预压件；
- [0067] 201、凹槽；202、凸起；203、主体区；204、第一曲模部；205、第二曲模部；
- [0068] D1、产品区；D2、余量区；D3、边缘区；
- [0069] 211、底座；212、凸模；213、底板；
- [0070] 221、第一层压部；222、第一侧压部；223、第一层压曲部；224、第二层压曲部；225、

第一施压部;

[0071] 231、第二层压部;232、第二侧压部;233、第一层压弧部;234、第二层压弧部;235、第二施压部;

[0072] 241、限位框;242、第一限位件;243、第二限位件;244、第三限位件;

[0073] 254、第一导气件;255、第二导气件;261、第一导气槽;262、第一导气板;263、第一导气孔;264、第二导气槽;265、第二导气板;266、第二导气孔;267、第三导气槽;268、第三导气板;269、第三导气孔;271、第四导气槽;272、第四导气板;273、第四导气孔;

[0074] 281、第一预压部;282、第一侧预压部;283、第一预压曲部;284、第二预压曲部;285、第一预施压部;

[0075] 510、预浸块;520、圆尖部;530、圆弧面;540、第一平面;550、第二平面。

### 具体实施方式

[0076] 下面结合附图和实施例对本申请作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释相关发明,而非对该发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与发明相关的部分。

[0077] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0078] 如图1-2所示,本申请提供了一种复合材料机载构件100,所述机载构件100包括曲形主体110,所述曲形主体110上设置有多个筋部,所述筋部包括凹部101和/或凸部102。

[0079] 在本申请中,所述机载构件100在沿第一方向上具有一定的长度,在沿第二方向上具有一定的宽度,在沿第三方向上具有一定的厚度,第一方向、第二方向、第三方向两两垂直预设平面。在本申请中定义中心预设平面为第一方向和第三方向限定的平面,定义垂直预设平面为第二方向和第三方向限定的平面。

[0080] 在沿第一方向上,所述曲形主体110包括主体中间段以及设置在所述主体中间段两端的两个主体侧端,所述曲形主体110关于中心预设平面对称设置,所述主体侧端在所述中心预设平面的正投影从所述主体中间段向所述主体侧端方向上的高度逐渐递减。

[0081] 在沿第二方向上,所述主体中间段包括沿预设垂直预设平面方向上相对设置的第一侧边130和第二侧边140,所述主体中间段在所述预设垂直预设平面的正投影从所述中心向两侧方向上的高度逐渐递减,所述预设垂直预设平面与所述中心预设平面垂直预设平面。

[0082] 在本申请实施例中并不限制所述曲形主体110的形状,在不同实施例中根据需要进行设置。在一些实施例中,所述机载构件100包括围绕所述曲形主体110设置的侧边主体120,所述侧边主体120与所述中心预设平面垂直设置,通过设置侧边主体120方便机载构件100与外部结构的固定连接。

[0083] 本申请实施例中,所述凹部101和所述凸部102的延伸方向一致,所述凹部101和所述凸部102均大致沿第二方向延伸,即所述凹部101沿所述第一侧边130到第二侧边140方向延伸,所述凸部102沿所述第一侧边130到第二侧边140方向延伸。

[0084] 当然,在不同实施例中,所述凹部101和所述凸部102可以与第二方向存在一定的夹角,或者所述凹部101和所述凸部102呈曲线状延伸等,本申请对此并不限制,同时并不限

制所述凸部102与所述凹部101的数量,在不同实施例中可以根据需要进行调整。

[0085] 需要说明的是,本申请中并不限制所述曲形主体110上的筋部的数量,筋部可以为不同数量凹部101与凸部102的组合,所述筋部可以为多个凹部101,还可以为多个凸部102,所述凹部101与所述凸部102之间的布置方式可以根据需要进行调整。所述凹部101和所述凸部102可以交替布置或者采用其他布置方式,本申请对此并不限制。

[0086] 在垂直预设平面的截面上,所述曲形主体110包括相对设置的第一表面111和第二表面112,所述凹部101自所述第一表面111向第二表面112一侧凹陷,所述凸部102自所述第二表面112向第一表面111方向凸出,即,所述凹部101和所述凸部102的延伸方向相反,所述曲形主体110包括除凹部101和凸部102外的主体部103,即相邻所述凹部101与所述凹部101之间、相邻所述凸部102与所述凸部102之间或者相邻所述凸部102与所述凹部101之间的区域均为主体部103。

[0087] 如图3所示,所述凹部101包括相对设置的第一凹面113和第二凹面114,所述第一凹面113与所述主体部103的第一表面111延伸连接,所述第二凹面114与所述主体部103的第二表面112延伸连接,所述第一凹面113和所述第二凹面114均沿第一表面111指向第二表面112凸出。如图4所示,所述凸部102包括相对设置的第一凸面115和第二凸面116,所述第一凸面115与所述主体部103的第一表面111延伸连接,所述第二凸面116与所述主体部103的第二表面112延伸连接,所述第一凸面115和所述第二凸面116均沿第二表面112指向第一表面111凸出。

[0088] 在本申请实施例中并不限制所述曲形主体110上凹部101的设置数量,所述凹部101的数量可以为两个、三个或者更多个。并不限制所述凹部101的尺寸,多个所述凹部101的长度、宽度、厚度等可以相同或者不同。

[0089] 本申请实施例中并不限制所述凹部101和所述凸部102的截面形状,例如,所述凹部101与所述凸部102在中心预设平面上的截面投影为弧形。

[0090] 如图5-7所示,本申请提供了一种复合材料机载构件100的成型模具200,所述复合材料机载构件100可以采用所述成型模具200制备成型,所述成型模具200包括:

[0091] 底座211以及设置在所述底座211上的凸模212,所述凸模212包括底板213以及设置在所述底板213上的模型本体210,所述凸模212通过所述底板213固定设置在所述底座211上。

[0092] 所述模型本体210的形状与所述曲形主体110的形状相匹配,所述模型本体210上并排设置有多个成型部,所述成型部的形状与所述筋部的形状相匹配。

[0093] 例如,所述成型部包括凹槽201和/或凸起202,所述凹槽201用于成型所述凹部101,所述凸起202用于成型所述凸部102;所述凹槽201的形状与所述凹部101的形状相匹配,所述凸起202的形状与所述凸部102的形状相匹配。

[0094] 在本申请中,所述凹槽201和所述凸起202均沿所述第一侧缘230到第二侧缘240方向延伸。所述模型本体包括除所述凹槽201和所述凸起202外的主体区203,所述主体区203用于成型所述主体部103。

[0095] 所述凸模212用于在模型本体210的表面随形铺设多层预浸料以形成用于成型所述机载构件100的料胚体。所述模型本体210包括用于形成机载构件100的产品区D1,所述产品区D1用于形成所述曲形主体110的第一产品子区以及用于形成所述侧边主体120的第二

产品子区。

[0096] 所述模型本体210在对应所述第一产品子区的位置处,包括模型中间段以及设置在所述模型中间段两端的两个模型侧端,所述模型本体210关于中心预设平面对称设置,所述模型侧端在所述中心预设平面的正投影从所述模型中间段向所述模型侧端方向上的高度逐渐递减;所述模型中间段包括沿垂直预设平面方向上相对设置的第一侧缘230和第二侧缘240,所述模型中间段在所述垂直预设平面的正投影从所述中心向两侧方向上的高度逐渐递减,所述垂直预设平面与所述中心预设平面垂直。

[0097] 所述模型本体210在对应所述第二产品子区上与所述底板213平行设置。可以理解的是,本申请实施例中所述第二产品子区可以与所述底板213共面,所述第二产品子区还可以与所述底板213非共面,本申请对此并不限制。

[0098] 所述模型本体210包括产品区D1以及设置在所述产品区D1周围的余量区D2,所述产品区D1覆盖所述曲形主体110和所述侧边主体120的部分区域,所述余量区D2覆盖所述侧边主体120的部分区域;本申请实施例中通过在所述侧边主体120上设置有余量区D2,可以通过去除余量区D2实现所述机载构件100的边缘整形调整,减小在预浸料在边缘位置处的成型缺陷。

[0099] 所述模型本体210还包括围绕所述余量区D2设置的边缘区D3,所述模型本体210通过所述边缘区D3与所述底板213固定连接。通过设置边缘区D3方便模型本体210与底板213的固定连接。

[0100] 如图8-10所示,所述成型模具200还包括:设置在所述底座211上的限位组件250,所述限位组件250包括多个层压件,所述层压件的形状与所述成型部的形状相匹配。例如,所述层压件包括至少一个第一层压件220和/或至少一个第二层压件260,所述限位组件250还包括与所述第一层压件220和所述第二层压件260配合的限位机构。

[0101] 所述第一层压件220的形状与所述凹槽201的形状相匹配,所述第二层压件260的形状与所述凸起202的形状相匹配。所述第一层压件220的数量和凹槽201的数量相对应,所述第二层压件260的数量和所述凸起202的数量相对应。

[0102] 本申请中的各个层压件可以为金属材质,提高层压效果。本申请实施例中采用独立层压件的方式,方便根据不同凹部101的形状或者尺寸等调整层压件,还可以根据铺设预浸料的方式等调整层压件的位置,方便形成不同厚度的凹部101或凸起202。

[0103] 所述限位机构包括可拆卸的设置在所述底板213上的限位框241,所述限位框241设置在所述边缘区D3,所述限位框241与所述底板213的形状相适配。

[0104] 所述限位框241与所述底板213之间形成行程空间,所述行程空间用于为第一层压板和第二层压板提供层压的上下运动的空间,以保证可以对凹部101沿第三方向上的各个位置处的预浸料进行层压。

[0105] 所述限位框241上可移动的设置有所述第一层压件220配合的第一限位件242,所述第一层压件220的远离所述模型本体210的一侧与所述第一限位件242接触,所述第一限位件242用于推动所述第一层压件220沿远离或靠近所述模型本体210方向运动,以实现所述第一层压件220与所述凹槽201上铺设的多层预浸料抵紧接触。

[0106] 所述限位框241上可移动的设置有所述第二层压件260配合的第二限位件243,所述第二层压件260的远离所述模型本体210的一侧与所述第二限位件243接触,所述第二

限位件243用于推动所述第二层压件260沿远离或靠近所述模型本体210方向运动,以实现所述第二层压件260与所述凸起202上铺设的多层预浸料抵紧接触。

[0107] 所述第一限位件242和所述第二限位件243可以为动力元件,可以为液压、气压、电机等动力件,例如步进电机;所述第一限位件242和所述第二限位件243还可以为非动力元件,例如为位置上下可调的螺栓,通过拧紧或拧松螺栓可以推动第一限位件242或第二限位件243上下运动。在不同的实施例中根据需要进行选择。

[0108] 通过第一限位件242和第二限位件243的限位,能够可靠调整层压件与模型本体210之间的距离控制对预设层数的预浸料进行层压,可以保证压实效果,改善复合材料的成型质量。

[0109] 可以理解的是,本申请中所述第一层压件220的数量与所述凹槽201的数量一一对应,所述第二层压件260和所述凸起202的数量一一对应。

[0110] 本申请实施例中同一限位机构上设置有至少一个第一限位件242和多个第二限位件243,所述第一限位件242与所述第一层压件220的数量一一对应,所述第二限位件243与所述第二层压件260的数量一一对应,即可以对与所述第一层压件220抵紧接触的第一限位件242以及对与所述第二层压件260限位抵紧接触的第二限位件243进行分别调整,以实现对于不同厚度的凹部101和凸部102的层压和成型。

[0111] 如图11所示,为了方便对第一层压件220进行限位,在设置时,所述第一层压件220在所述第一层压部221沿所述垂直预设平面方向上的两端分别设置有第一施压部225,所述第一施压部225与所述底板213的形状相适配,所述第一施压部225在远离所述底板213一侧的表面与所述第一限位件242抵紧接触。所述第一施压部225呈平面状,在下表面方便与底板213相抵接,在上表面方便与第一限位件242相抵接。

[0112] 如图12所示,所述第二层压件260在所述第二层压部231沿所述垂直预设平面方向上的两端分别设置有第二施压部235,所述第二施压部235与所述底板213的形状相适配,所述第二施压部235在远离所述底板213一侧的表面与所述第二限位件243抵紧接触。所述第二施压部235呈平面状,在下表面方便与底板213相抵接,在上表面方便与第二限位件243相抵接。

[0113] 可选地,所述第一层压件220包括第一层压部221以及设置在所述第一层压部221周围的第一侧压部222,所述第二层压件260包括第二层压部231以及设置在所述第二层压部231周围的第二侧压部232。

[0114] 其中,所述第一层压部221与所述凹槽201的形状相匹配,所述第一侧压部222与所述模型本体210的主体区203的形状相匹配,该主体区203为与该凹槽201两侧相邻的模型本体210的区域;所述第二层压部231与所述凸起202的形状相匹配,所述第二侧压部232与所述模型本体210的主体区203的形状相匹配,该主体区203为与该凸起202两侧相邻的模型本体210的区域。

[0115] 本申请实施例中,通过设置在第一层压部221对凹槽201区域铺设的预浸料进行层压,通过第一侧压部222对所述凹槽201两侧的主体区203上的预浸料进行层压,另外,通过第一侧压部222与主体区203的预浸料抵紧接触,可以用于对第一层压件220进行进一步限位,实现对第一层压件220的限位,同样地,所述通过第二层压部231可以实现对主体区203的层压以及对第二层压件260的限位,提高层压效果。

[0116] 在本申请的一个实施例中,通过第一限位件242和第二限位件243的限位,还可以在层压件与模型本体210之间形成用于成型腔。具体地,所述限位组件250用于将所述第一层压件220安放在所述料胚体上铺设的隔离膜上层对应所述凹槽201的位置,并通过所述限位机构限定所述第一层压件220与所述模型本体210之间的间距以成型第一预设厚度的所述凹部101;以及用于将所述第二层压件260安放在所述料胚体上铺设的隔离膜上层对应所述凸起202的位置,并通过所述限位机构限定所述第二层压件260与所述模型本体210之间的间距以成型第二预设厚度的所述凸部102。

[0117] 本申请中采用金属层压件的方式,避免了真空热压成型过程中,预浸料上树脂的析出、聚集,保证了筋部的产品厚度,适合产品的成型质量,不需后期返修,同时金属压板板填充凹槽201区域,填充后模具整体呈现的是平滑表面,糊制真空袋更方便,提供了生产效率,同时有效的防止了固化过程中成型位置真空袋架桥导致的爆袋风险。本申请中的固化过程是指真空热压成型工艺。

[0118] 如图13所示,在本申请的一些实施例中,所述底板213上设置有围绕所述产品区D1的导气组件270,所述导气组件270包括设置在所述底板213上的导气槽以及盖设在所述导气槽上的导气板,所述导气板上设置有与所述导气槽连通的抽气孔和多个导气孔;所述导气槽设置在所述边缘区D3。

[0119] 本申请中通过提供的导气组件270,方便在层压过程中以及层压完成后通过导气组件270进行抽真空,提高层压效果以及真空成型效果。

[0120] 为了提供抽真空能力,所述导气组件270包括围绕所述模型本体210设置的第一导气件254,如图14-15所示,所述第一导气件254包括第一导气槽261以及盖设在所述第一导气槽261上的第一导气板262,所述第一导气板262上设置有多个第一导气孔263,所述第一导气槽261形成围绕所述模型本体210设置的导气腔,所述导气腔用于与抽真空组件相连。

[0121] 本申请实施例中,所述边缘区D3围绕所述产品区D1设置,因此,将所述导气腔设置在所述边缘区D3上,可以形成围绕所述产品区D1设置的环形导气结构,可以保证在层压和固化过程中导气率的恒定,以提高层压和固化的均匀性。

[0122] 本申请中所述第一导气板262上靠近一端的位置上的一个第一导气孔263可以作为抽气孔,将抽气孔与抽气嘴固定连接,抽气孔与第一导气板262不接触区域使用透气毡或密封胶条填充,填充区域要超出抽气孔的区域,防止抽真空时产生架桥。

[0123] 如图16所示,所述导气组件270还包括至少一个第二导气件255,所述第二导气件255的形状与所述主体区203(主体部103)的形状相匹配,所述第二导气件255上设置有与所述导气腔连通的第二导气槽264以及盖设在所述第二导气槽264上的第二导气板265,所述第二导气板265上设置有多个第二导气孔266。

[0124] 所述第二导气件255同样通过所述施压机构固定在所述模型本体210上,例如,所述限位框241上可移动的设置有所述第二导气件255配合的第三限位件244,所述第二导气件255的远离所述模型本体210的一侧与所述第三限位件244接触,所述第三限位件244用于推动所述第二导气件255沿远离或靠近所述模型本体210方向运动。可以理解的是,所述第二导气件255与所述模型本体210之间成型腔,所述型腔用于成型所述机载构件100的主体部103。所述限位件用于调整所述第二导气件255与所述模型本体210之间的距离,以控制所述主体部103的厚度。

[0125] 另外,如图17所示,在所述第一层压件220中,所述第一侧压部222上设置有与所述导气腔连通的第三导气槽267,所述第一侧压部222上还设置有盖设在所述第三导气槽267上的第三导气板268,所述第三导气板268上设置有多个第三导气孔269。

[0126] 本申请中,所述第一侧压部222与所述模型本体210的主体区203的形状相匹配;所述第一侧压部222包括自所述模型本体210延伸至所述侧板的两个第一施压部225,所述第三导气槽267自对应所述第一层压部221的位置延伸至所述第一施压部225并与所述第一导气槽261相连通。

[0127] 如图18所示,在所述第二层压件260中,所述第二侧压部232上设置有与所述导气腔连通的第四导气槽271,所述第二侧压部232上还设置有盖设在所述第四导气槽271上的第四导气板272,所述第四导气板272上设置有多个第四导气孔273。

[0128] 所述第二侧压部232与所述模型本体210的主体区203的形状相匹配;所述第二侧压部232包括自所述模型本体210延伸至所述侧板的两个第二施压部235,所述第四导气槽271自对应所述第一层压部221的位置延伸至所述第二施压部235并与所述第一导气槽261相连通。

[0129] 本申请实施例中通过提供的第二导气件255以及设置在所述第一层压件220上的第三导气槽267、设置在所述第二层压件260上的第四导气槽271,可以方便在层压操作和固化过程中,模型本体210的主体区203上的导气,使得内部抽真空更加均匀,提高层压效果或成型效果。

[0130] 需要说明的是,本申请实施例中并不限制所述第一导气件254和所述限位框241的位置关系,在一些实施例中,所述第一导气件254可以设置在所述限位框241的下方,第一导气件254可以设置在限位框241远离所述模型本体的一侧,或者设置在所述限位框241靠近所述模型本体的一侧,本申请对此并不限制,以不影响通过真空袋或者真空膜600进行抽真空为准。

[0131] 本申请实施例中,所述第一侧压部222与所述边缘区D3相搭接,一方面,所述第一层压件220用于限制所述凹部101的高度,另一方面,所述第一层压件220与所述第一导气件254之间形成相互连通的导气结构,当所述第一导气件设置在所述限位框与远离所述模型本体的一侧时,所述第一导气件254的高度可以设置为所述凹部101的高度,所述第一导气件254与所述第一层压件220直接接触,既可以实现限位作用又可以实现导气作用。

[0132] 可以理解的是,在不同的实施例中,为了实现第一导气件254与所述第一层压件220与所述第一导气件254之间的导气连通,在所述第一导气件254与所述第一层压件220之间还可以设置限位块,所述限位块上设置有通孔,通孔的一端与所述第一导气槽261相连通,另一端与所述第三导气槽267相连。本申请对此并不限制,在不同的实施例中根据需求设置。

[0133] 本申请提供了一种复合材料机载构件100的成型方法,所述复合材料机载构件100可以采用所述成型方法制备成型,所述方法包括:

[0134] S100、提供成型模具200,所述成型模具200包括模型本体210和多个层压件,所述模型本体210上并排设置有多个成型部,所述成型部的形状与所述筋部的形状相匹配,所述层压件的形状与所述成型部的形状相匹配。

[0135] S200、在所述模型本体210的表面随形铺设预设层数的预浸料,所述预设层数的预

浸料至少覆盖所述成型部,如图19所示。

[0136] 需要说明的是,本申请实施例中,树脂基复合材料采用的是预浸料,所述预浸料包括基体和浸润在基体上的复合材料材料,基体可以是玻璃纤维布或碳纤维布,复合材料材料可以是各种塑料树脂等,本申请的实施例对此不做具体限定。

[0137] 本申请实施例中用于成型所述机载构件100的预浸料的总层数可以为20~60层等。在本实施例中,每次层压时铺设的预浸料层数可以为预设层数,预设层数根据实际加工需求确定,可以是二层、三层、四层或五层等,本申请的实施例对此不做具体限定,只要能够保证每层预浸料压实,保证复合材料的成型质量即可。

[0138] S300、将所述层压件固定设置在所述成型部位置处的所述预浸料上;在所述模型本体210和所述层压件上铺设导气层500和真空膜600。

[0139] S400、在所述真空膜600与所述层压件之间形成负压,采用负压的方式对通过所述层压件对所述预浸料进行层压操作。

[0140] 可以理解的是,随着铺设预浸料的层数的增加,凹槽201会被填充,最外一层的预浸料到模型本体210的成型表面的距离增大,因此每次对预浸料层压时,第一层压件220需要与所述模型本体210之间的距离逐渐增大,即随着铺设预浸料层数的增加,第一层压件220是逐渐朝向远离凹槽201的方向移动的。

[0141] 本申请实施例中,所述第一层压件220与所述模型本体210之间的距离可以通过限位机构进行限位,所述方法包括:

[0142] 通过所述限位框241上的第一限位件242向上运动,所述第一层压件220与所述第一限位件242相抵接,所述第一限位件242的下部与所述模型本体210之间的距离与所述模型本体210上铺设的多层预浸料的厚度相匹配,使得第一层压件220与所述凹槽201上随形铺设的多层预浸料相抵接接触。

[0143] 需要进一步阐述的是,本申请实施例中,所述第一层压件220与所述第一限位件242可以采用可拆卸连接的方式或者采用非连接的方式,不影响所述模型本体210上预浸料的铺设,当需要层压的多层预浸料铺设完成后,通过将第一层压件220放置在所述多层预浸料上并与所述凹槽201的位置对应,通过所述第一限位件242可以实现所述第一层压件220与所述凹槽201之间的对位,确保第一层压件220可以与所述凹槽201完全卡合;还可以实现所述第一层压件220与所述预浸料之间的压紧程度,保证第一层压件220与预浸料完全贴实,无翘起,保证受力均匀。

[0144] 在本实施例中,每一层所述预浸料随形铺设在所述凹槽201上,每一层所述预浸料的形状均与所述凹槽201的形状相同。第一层压件220可以通过第一层压曲部223对所述凹槽201上对应所述第一曲模部204位置处的多层预浸料进行层压,通过所述第二层压曲部224对所述第二曲模部205位置处的预浸料进行层压,通过所述第一侧压部222对所述主体区203上的多层预浸料进行层压。

[0145] 由于在常温状态下被密封的气体流动性较差,所以如果有气泡被密封在产品中间区域,常温层压是无法全部将气泡排除的,尤其随着铺设层数的增加,气泡导致的层压效果下降明显。本申请中通过高温负压方式可以有效排出铺设产生的气泡,提高层压效果。

[0146] 其中,采用高温负压方式进行层压,所述方法包括:

[0147] S211、如图20所示,在所述模型本体210的外侧围绕所述预浸料设置挡胶条300,所

述挡胶条300与所述预浸料之间设置有间隙。挡胶条300厚度与实际预浸料厚度保持一致或略高于预浸料厚度。挡胶条300与预浸料四周间隙2-3mm放置,挡胶条300拐角搭接处要密封,不留缝隙,通过设置挡胶条300可以防止预浸料靠近电加热层400的边缘融化导致胶料溢出到电加热层400上,影响成型质量和电加热层400的功能。

[0148] S212、在所述挡胶条300远离所述预浸料的外围铺设电加热层400;通过在电加热层400设置在靠近导气组件270的位置处,所述电加热层40至少覆盖所述第一导气槽261。可以铺设在第一导气板262的上方或者下方,通过对导气组件270进行加热的方式,提高空气流动速率,进而提高抽真空能力。

[0149] S213、在铺设的所述预浸料和所述第一层压件220上随形铺设所述导气层500和在所述导气层500上铺设真空膜600,所述导气层500自所述模型本体210延伸至所述电加热层400上;所述真空膜600至少覆盖所述导气层500。

[0150] 可选地,所述导气层500包括层叠设置的两层有孔隔离膜和一层透气毡,所述有孔隔离膜设置铺设在靠近所述预浸料的一侧。

[0151] 本申请中,所述真空膜600和所述导气层500延伸覆盖至所述导气组件上,通过导气组件可以对模型本体210与真空膜600之间进行抽真空。

[0152] S214、通过所述真空膜600对所述预浸料和所述第一层压件220进行抽真空,通过所述电加热层400进行加热。

[0153] 在透气毡上,使用100mm×100mm的橡胶板在中间开抽气孔直径的圆孔,穿过抽气孔并覆盖在抽气孔周围的透气毡上,在抽气孔底部使用密封胶带将抽气孔与橡胶板密封。真空膜600同样在抽气孔位置开与抽气孔直径相同的孔。将抽气孔穿过真空膜600,真空膜600粘贴至真空口底端的密封胶条上,在真空膜600上使用密封胶条将真空膜600与真空口再此密封,保证整体的密封性。

[0154] 需要解释的是,本申请中在层压过程中铺设的真空膜600用于通过第一层压件220压实所述预浸料,通过真空方式可以方便第一层压件220向所述多层预浸料施加强压力,提高层压均匀性;这与在真空热压成型过程铺设真空袋进行抽真空的作用不同,真空热压成型过程为固化过程,使得预紧料通过真空和加热的方式,使得预浸料可以流动后固化成型。

[0155] 其中真空膜600与固化过程中铺设的真空袋可以采用相同的膜袋,本申请对此并不限制。在不同工序中可以重复利用。

[0156] 需要说明的是,本申请实施例中并不限制层压过程中,高温负压的次数以及层数,在不同实施例中为了提高层压速率,可以先采用常温层压进行一定层数的预浸料的层压;随着铺设厚度的层压,为了提高层压效果,再采用高温负压的方式进行层压。

[0157] 更进一步地为了提高层压效果,所述方法包括:在所述层压操作中采用外部正压内部负压的方式进行层压。通过此方式可以保证相邻两层的预浸料之间不会存在鼓包或者架桥等问题,进而有利于改善成型产品的质量。

[0158] 具体地,采用外部正压内部负压的方式进行层压,所述方法包括:

[0159] S215、通过对所述预浸料和所述第一层压件220进行抽真空,所述抽真空压力不低于-85Kpa的压力;

[0160] S216、通过真空罐在所述真空膜600的外部施加正压,所述正压不低于+60Kpa;

[0161] S217、在真空罐内通过电加热层400以1.5℃/min的速率升温至75℃,开始保温120

±5min;

[0162] S218、恒温结束后再以1.5°C/min的速率升温至120°C,开始保温60±5min;

[0163] S219、恒温结束后,按1.5°C/min的速率降温至65°C卸压出罐。

[0164] 本申请中利用热压罐内对产品区D1内的负压以及罐内的正压,按2阶段进行升温压实,依靠有孔隔离膜的透气性,对产品区D1内的气体排出。能够有效的解决产品区D1域内的气泡、分层问题,同时对于存在大曲率的R角(例如第二曲面124位置处)的产品,还能有效的控制R角区域的架桥问题、解决产品厚度问题等。

[0165] 需要说明的是,本申请实施例中凹部101和所述凸部102的形成方式均需要经过铺设以及层压工艺,该工艺在时间上可以存在部分重合。由于成型凹部101的预浸料的层数和成型所述凸部102的预浸料的层数可能不同,本申请中定义所述凹槽201上铺设的为第一预浸料,所述凸起202上铺设的为第二预浸料。在设置时,用于成型凹部101的铺设以及层压工艺可以为与成型所述凸部102的铺设以及层压工艺的部分时序相同。因此,本申请实施例中描述为凹部101和凸部102的铺设和层压同时进行。

[0166] 可以理解的是,第一预浸料与第二预浸料的材料可以相同,所述第一预浸料与第二预浸料可以为同一张预浸料。

[0167] 对应地,在本申请中步骤S200中包括:在所述凹槽201上随形铺设预设层数的第一预浸料,在所述凸起202上随形铺设预设层数的第二预浸料。所述第一预浸料的层数与所述凹部101的第一预设厚度相匹配,所述第二预浸料的层数与所述凸部102的第二预设厚度相匹配。

[0168] 对于通过所述第二层压件260对所述凸起202上随形铺设的第二预浸料进行层压的方式,可以参考第一层压件220对所述凹槽201上随形铺设的第一预浸料进行层压的方式,本申请在此不再赘述。通过所述第一层压件220和所述第二层压件260对所述预浸料进行层压,形成所述料胚体。

[0169] 在步骤S300中包括:通过所述第一限位件242将所述第一层压件220固定在所述凹槽201位置处的第一预浸料上,通过所述第二限位件243将所述第二层压件260固定在所述凸起202位置处的第二预浸料上。

[0170] 在步骤S400中包括:在通过所述第一层压件220对预设层数的第一预浸料进行层压的同时,通过所述第二层压件260对预设层数的第二预浸料进行层压。

[0171] S500、重复随形铺设操作和层压操作,直至用于成型所述筋部的全部预浸料层压完成,形成用于成型所述机载构件100的料胚体。

[0172] 另外,在本申请的实施例中,所述凹部101上第一凹面113和第二凹面114的形状相同,所述凸部102上第一凸面115和第二凸面116的形状相同,所述第一层压件220和第二层压件260还可以用于成型所述第一凹面113和所述第二凸面116。具体地,所述方法包括:

[0173] S600、在所述料胚体上铺设无孔隔离膜。在经过层压方式后形成的料胚体上采用无孔隔离膜的方式,保证成型机载构件100的第一表面111的成型质量。

[0174] S700、在所述料胚体上,将所述层压件固定设置在所述无孔隔离膜上对应所述成型部的位置,所述层压件与所述模型本体210之间形成用于成型所述筋部的型腔,所述型腔的厚度与所述筋部的预设厚度相对应。

[0175] 具体地,所述方法包括:

[0176] 在所述料胚体上,将所述第一层压件220固定设置在所述无孔隔离膜上对应所述凹槽201的位置,所述第一层压件220与所述模型本体210之间形成用于成型所述凹部101的第一型腔,所述第一型腔的厚度与所述凹部101的第一预设厚度相对应。

[0177] 在所述料胚体上,将所述第二层压件260固定设置在所述无孔隔离膜上对应所述凸起202的位置,所述第二层压件260与所述模型本体210之间形成用于成型所述凸部102的第二型腔,所述第二型腔的厚度与所述凸部102的第二预设厚度相对应。

[0178] 与层压过程中类似地,可以采用第一限位件242对于所述第一层压件220进行限位,根据第一限位件242与所述第一层压件220连接方式的不同,例如,第一限位件242与所述第一层压件220之间采用非连接方式的限位时,所述第一限位件242可以对所述第一层压件220的上行程进行限位,所述第一限位件242的下行程可以采用设置限位块的方式实现,本申请对此并不限制。

[0179] 所述第二限位件243对所述第二层压件260的限位方式,本申请在此不再赘述。

[0180] S800、在所述料胚体和所述第一层压件220和所述第二层压件260的表面铺设真空袋,通过真空热压成型工艺成型所述机载构件100。所述真空袋自所述模型本体210延伸至所述导气组件270上,并至少覆盖所述导气腔。

[0181] 可选地,所述真空袋还可以覆盖在第二导气件255上。本申请实施例中提供的第二导气件255可以通过限位机构固定设置在所述主体区203的位置处,通过第二导气件255可以限定用于成型主体部103的型腔高度,同时还可以实现辅助导气的作用,提高抽真空效果。

[0182] 另外,在本申请中S800还可以采用高温的方式进行抽真空,具体参考S211~S214,在此不再赘述。

[0183] 本申请中所述真空热压成型工艺中所述真空袋与所述模型本体210之间的真空度大于所述层压工艺中的真空度,所述真空热压成型工艺中真空罐内的压力所述层压工艺中的真空罐内的压力。

[0184] 示例性地,通过所述真空袋进行抽真空,所述抽真空压力-90Kpa~-100Kpa;通过真空罐外部施加正压,所述正压+80Kpa~+100Kpa。固化过程中真空罐内以升温速率0.5~3℃/分钟升温至125±10℃并保温60~75min,继续升温至175±5℃并保温240~255min,继续升温至200±5℃并保温60~75min,继续升温至230±5℃并保温240~255min,然后以低于1.5℃/分钟的降温速率降温,温度降至80℃以下卸压完成固化。需要说明的是,在不同实施例中根据需要调整工艺参数。

[0185] 为了满足不同的曲面形状要求,各所述凹部101的不同表面的形状或者尺寸等有所不同。例如,为了满足第一表面的安装需要以及第二表面的流体管控需要,所述凹部在不同表面上的形状不同。

[0186] 在本实施例中,所述凹部101沿所述第一侧缘230到第二侧缘240方向延伸;所述凹部101包括第一曲部和围绕所述第一曲部设置的第二曲部,所述第二曲部与所述主体部103平滑过渡,所述第一曲部的曲率小于所述第二曲部的曲率。

[0187] 所述凸部102沿所述第一侧缘230到第二侧缘240方向延伸;所述凸部102包括第一弧部和围绕所述第一弧部设置的第二弧部,所述第二弧部与所述主体部103平滑过渡,所述第一弧部的曲率小于所述第二弧部的曲率。

[0188] 需要说明的是,在凹槽201内随形铺设多层第一预浸料时,形成后的所述凹部101的第一凹面113和第二凹面114的形状相同,在固化过程中可以采用第一层压件220和第二层压件260进行预压。本申请中提供了一种形成不同凹面形状的凹部101。在本申请的一个实施例中,所述曲形主体110包括并排设置的多个凹部101,相邻两所述凹部101之间设置有主体部103;所述主体部103包括相对设置的第一曲面123和第二曲面124。

[0189] 如图21所示,所述凹部101包括相对设置的第一凹面113和第二凹面114,其中,所述第一凹面113包括第一弧面125以及围绕所述第一弧面125设置的第二弧面126,所述第二弧面126在所述第一曲面123与所述第一弧面125之间平滑过渡。

[0190] 所述第二凹面114包括第三弧面127以及围绕所述第三弧面127设置的第四弧面128,所述第四弧面128在所述第二曲面124与所述第三弧面127之间平滑过渡,所述第四弧面128的曲率大于所述第三弧面127的曲率。

[0191] 在不同实施例中根据需要设置曲率的大小。曲率的倒数就是曲率半径,本申请中所述第一弧面125的曲率半径为其弧形半径,所述第二弧面126的曲率半径为其弧形半径,本申请中所述第三弧面127的曲率半径为其弧形半径,所述第四弧面128的曲率半径为其弧形半径。

[0192] 进一步地,所述第一弧面125的曲率等于所述第三弧面127的曲率,所述第二弧面126的曲率大于所述第四弧面128曲率。即,在对应所述凹部101同一位置处在不同表面上具有不同的曲率半径。

[0193] 本实施例中所述第二弧面126的曲率大于所述第四弧面128曲率,使得所述机载构件100上的不同表面上具有不同的曲率表面,以满足不同的结构要求,例如通过与第四弧面128对应的第一曲模部204的曲率较小,方便预浸料的铺设;通过设置较大曲率的第二弧面126,实现机载构件100在第一表面111上的流体管控,根据应用场景的不同,可以进行不同的设置。

[0194] 所述模型本体210包括并排设置的多个凹槽201,相邻两所述凹槽201之间对应模型本体210的主体区203,所述主体区203包括主体成型面,所述主体成型面与所述第二曲面124的形状相匹配,所述主体成型面用于成型所述主体部的第二曲面124。

[0195] 请继续参考图2,所述凹槽201与所述第二凹面114的形状相匹配,所述凹槽201包括第一曲模部204以及围绕所述第一曲模部204设置的第二曲模部205,所述第二曲模部205在所述主体成型面与所述第一曲模部204之间平滑过渡,所述第一曲模部204的曲率与所述第三弧面127的曲率相等,所述第二曲模部205的曲率与所述第四弧面128的曲率相等。

[0196] 请继续参考图11-12,所述第一层压件220包括第一层压部221以及设置在所述第一层压部221周围的第一侧压部222,所述第一层压部221包括第一层压曲部223和围绕所述第一层压曲部223设置的第二层压曲部224,所述第一层压曲部223与所述第一曲部(第一曲模部204)的形状相匹配,所述第二层压曲部224与所述第二曲部(第二曲模部205)的形状相匹配;所述第一侧压部222与所述模型本体210的主体区203的形状相匹配。

[0197] 本申请中所述第一层压件220可以对所述凹槽201内铺设的多层第一预浸料进行层压。

[0198] 同样地,所述第二层压件260包括第二层压部231以及设置在所述第二层压部231周围的第二侧压部232,所述第二层压部231包括第一层压弧部233和围绕所述第一层压弧

部233设置的第二层压弧部234,所述第一层压弧部233与所述第一弧部的形状相匹配,所述第二层压弧部234与所述第二弧部的形状相匹配;所述第二侧压部232与所述模型本体210的主体区203的形状相匹配。

[0199] 为了在凹槽201上成型所述第一凹面113,并对所述第一凹面113进行层压以及成型,本申请还提供了一种限位组件,限位组件还包括与所述层压机构配合的第一预压件280和第二预压件。本申请实施例中以凹槽的形状进行示例性说明。

[0200] 本申请实施例中,如图22-23所示,所述第一预压件280的形状与所述第二凹面114的形状相匹配;所述第一预压件280包括第一预压部281以及设置在所述第一预压部281周围的第一侧预压部282,所述第一侧预压部282与所述主体区203的形状相匹配;

[0201] 所述第一预压部281包括第一预压曲部283和围绕所述第一预压曲部283设置的第二预压曲部284,所述第一预压曲部283的曲率与所述第一曲面123的曲率相等,所述第二预压曲部284的曲率与所述第二曲面124的曲率相等。

[0202] 需要说明的是,本申请实施例中,所述第一层压件220与所述第一预压件280、第二层压件260与所述第二预压件的结构相似,所述限位机构对所述第一层压件220、第二层压件260、第一预压件280、第二预压件的限位方式相似,本申请在此不再赘述。所述第一预压件280、第二预压件上同样设置有与所述导气组件相连通的导气孔、导气槽、导气板。

[0203] 本申请实施例中,一种复合材料机载构件100的成型方法,所述方法包括:

[0204] ST100、提供成型模具200,所述成型模具200包括模型本体210和限位组件250,所述模型本体210上并排设置有至少一个凹槽201和至少一个凸起202,所述凹槽201与所述第二凹面114的形状相匹配,所述凸起202的形状与所述第二凸面116的形状相匹配,所述限位组件250包括限位机构以及所述限位机构配合的第一预压件280和第二预压件,所述第一预压件280与所述第一凹面113的形状相匹配,所述第二预压件与所述第一凸面115的形状相匹配。

[0205] ST200、在所述凹槽201上随形铺设多层第一预浸料,在所述凸起202上随形铺设多层第二预浸料,形成料胚体;所述多层第一预浸料的层数与所述凹部101的第一预设厚度相匹配,所述多层第二预浸料的层数与所述凸部102的第二预设厚度相匹配。

[0206] ST300、在所述料胚体上铺设无孔隔离膜;

[0207] ST400、在所述无孔隔离膜上,通过所述限位机构调整所述第一预压件280与所述凹槽201之间的距离,以成型第一预设厚度的所述凹槽201;

[0208] ST500、通过所述限位机构调整所述第二预压件与所述凸起202之间的距离,以成型第二预设厚度的所述凸起202。

[0209] 本申请中所述ST300~ST500的设置方式可以参考S600~S700。

[0210] 其中,在步骤ST200中,形成所述料胚体,所述方法还包括:

[0211] ST210、提供预成型的预浸块510。如图25所示,所述预浸块510的截面形状接近三角形,所述预浸块510包括圆尖部520和圆弧面530,所述圆弧面530与所述第四弧面128的形状相匹配且所述圆弧面530的曲率与所述第四弧面128的曲率相等;所述圆尖部520与所述第二弧面126的形状相匹配且所述圆尖部520的曲率与所述第二弧面126的曲率半径相等。

[0212] 本申请实施例中,所述预浸块510的材料可以与预浸料的材料相同,所述预浸块510可以通过与其形状相匹配的模具成型,或者通过切削方式形成,本申请对此并不限制。

[0213] 所述预浸块510还包括第一平面540和第二平面550,所述第一平面540与所述第二平面550之间呈夹角设置用于形成所述圆尖部520。所述圆弧面530的两端分别与所述第一平面540和所述第二平面550相接。

[0214] 本申请实施例中,通过预成型预浸块510的方式,还可以避免在成型过程中大曲率曲面位置处的塌陷或者架桥等,减小随形铺设过程以及层压过程中的应力集中,提高凹部101的成型质量,本申请中通过预浸块510预成型的方式,方便成型第一表面111上的大曲率曲面。

[0215] ST220、在所述凹槽201上随形铺设预设层数的第一预浸料后,铺设所述预浸块510,所述预浸块510的圆弧面530与所述预设层数的第一预浸料对应所述第二曲模部205的位置贴合。

[0216] 需要说明的是,本申请中所述预设层数的第一预浸料为预留后续铺设的至少一层第一预浸料外的其余第一预浸料,本申请实施例中,所述预浸块510设置在靠近用于成型第一表面111的第一预浸料上,例如设置在用于成型所述凹部101的最外层的第2层预浸料与第3层预浸料之间,本申请对此并不限制,在不同实施例中根据需要进行调整。

[0217] ST230、在所述第一预浸料和所述预浸块510上继续随形铺设至少一层第一预浸料,所述至少一层第一预浸料逐层整形后随形覆盖在所述预浸块510的圆尖部520上。

[0218] 其中,在所述凹槽201上随形铺设预设层数的第一预浸料,方法包括:

[0219] ST211、在所述模型本体210的表面随形铺设至少一层第一预浸料,所述预设层数的第一预浸料至少覆盖所述凹槽201;

[0220] ST212、通过所述限位机构调整所述第一层压件220与所述预设层数的第一预浸料进行抵紧接触,通过所述第一层压件220对所述凹槽201上的第一预浸料进行层压操作;

[0221] ST213、重复随形铺设操作和层压操作,直至预设层数的第一预浸料层压完成。

[0222] 其中,对于第一预浸料的铺设操作和层压操作可以参考步骤S200~S500,本申请不再赘述。

[0223] ST240、通过所述第一预压件280对所述凹槽201上铺设的所述第一预浸料和所述预浸块510进行层压。

[0224] 由于本申请中第一层压件220的形状与所述凹槽201(或第二曲面124)的形状相同,在此提供第一预压件280,所述第一预压件280的形状与所述第一曲面123的形状相同,所述第一预压件280对所述第一曲面123进行预压。

[0225] 需要说明的是,本申请实施例中“层压”用于非固化过程,通过第一层压件220或者第一预压件280对预浸料进行层压,使得模型本体210上凹槽201位置处的预浸料进行层压,提高预浸料的随形铺设效果,进而提供机载构件100的固化成型效果。

[0226] 本申请实施例中“预压”用于固化过程,通过第一层压件220或第一预压件280进行预压以,以填充用于成型第一凹面113的第一型腔,提高凹槽201的成型效果。

[0227] 另外,通过所述第一预压件280对所述凹槽201上铺设的所述第一预浸料和所述预浸块510进行层压,所述层压操作可以采用高温负压方式进行层压或者采用外部正压内部负压的方式进行层压,本申请在此不再赘述。

[0228] 本申请实施例中,第一层压件220和第一预压件280的结构的区别在于与第二弧面126与第四弧面128的曲率差异,在不同实施例中,根据需要调整所述第一层压件220的形

状。

[0229] ST600、层压完成后,在所述料胚体、所述第一预压件280和所述第二预压件的表面铺设真空袋,通过真空热压成型工艺成型所述机载构件100。所述真空袋自所述模型本体210延伸至所述导气组件270上,并至少覆盖所述导气腔。

[0230] 本申请中第一预压件280和第二预压件上同样可以设置有导气槽、导气板和导气孔,以提高导气效果。具体工艺步骤可以参考S800。

[0231] 需要理解的是,术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0232] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0233] 除非另有定义,本文中所使用的技术和科学术语与本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中使用的术语只是为了描述具体的实施目的,不是旨在限制本发明。本文中出现的诸如“设置”等术语既可以表示一个部件直接附接至另一个部件,也可以表示一个部件通过中间件附接至另一个部件。本文中在一个实施方式中描述的特征可以单独地或与其它特征结合地应用于另一个实施方式,除非该特征在该另一个实施方式中不适用或是另有说明。

[0234] 本发明已经通过上述实施方式进行了说明,但应当理解的是,上述实施方式只是用于举例和说明的目的,而非意在将本发明限制于所描述的实施方式范围内。本领域技术人员可以理解的是,根据本发明的教导还可以做出更多种的变型和修改,这些变型和修改均落在本发明所要求保护的范围内。

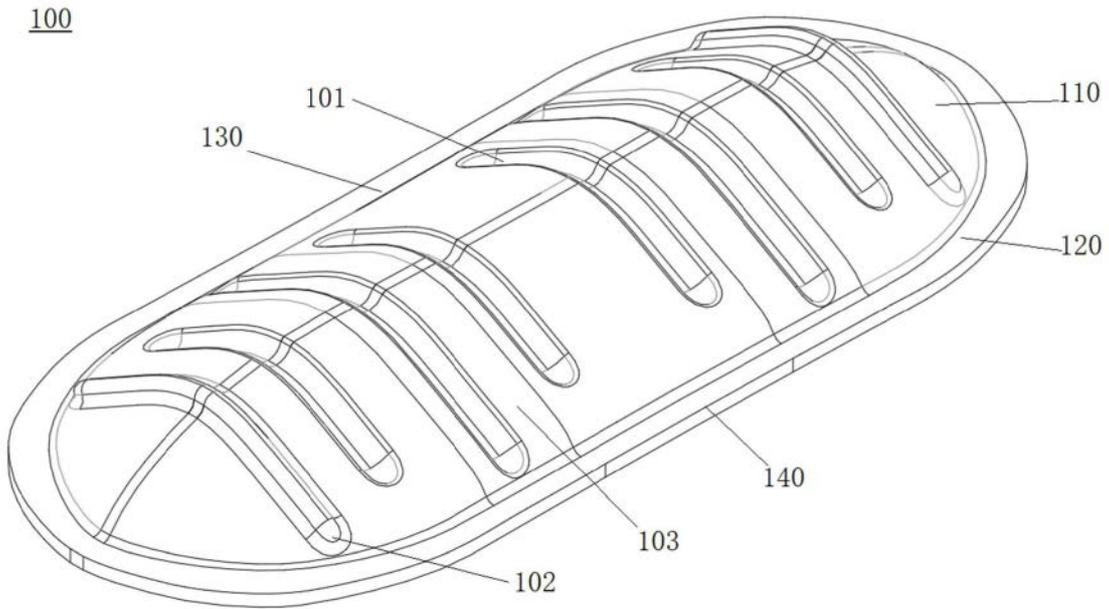


图1

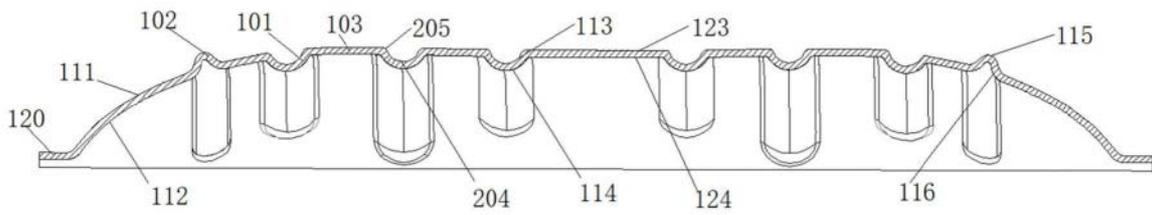


图2

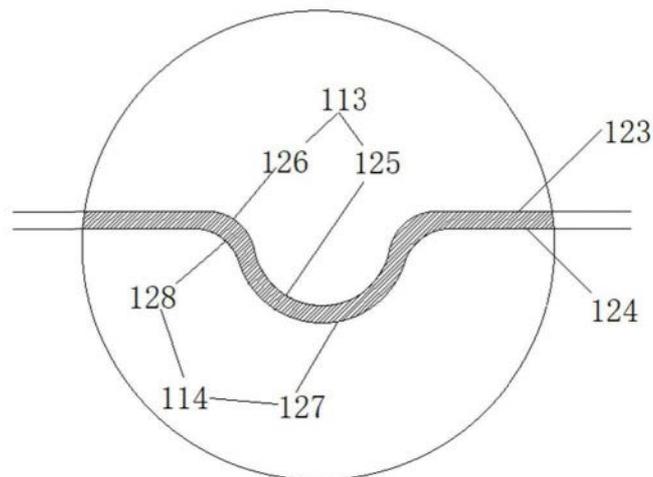


图3

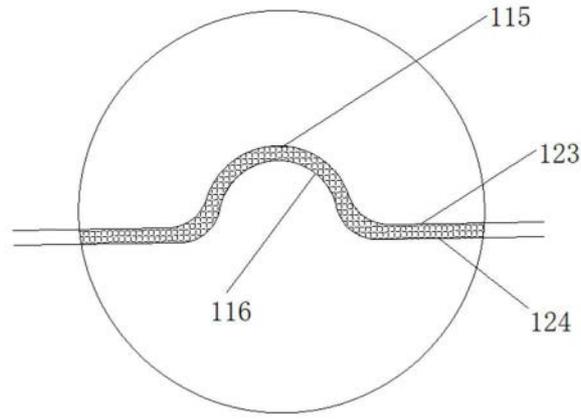


图4

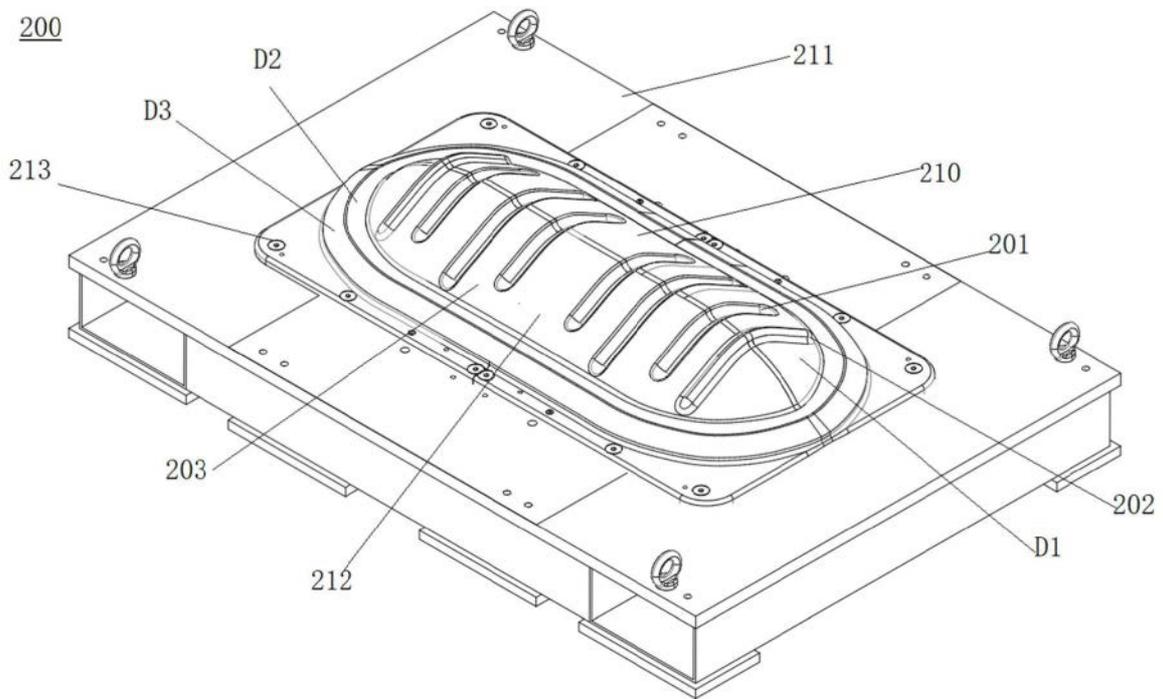


图5

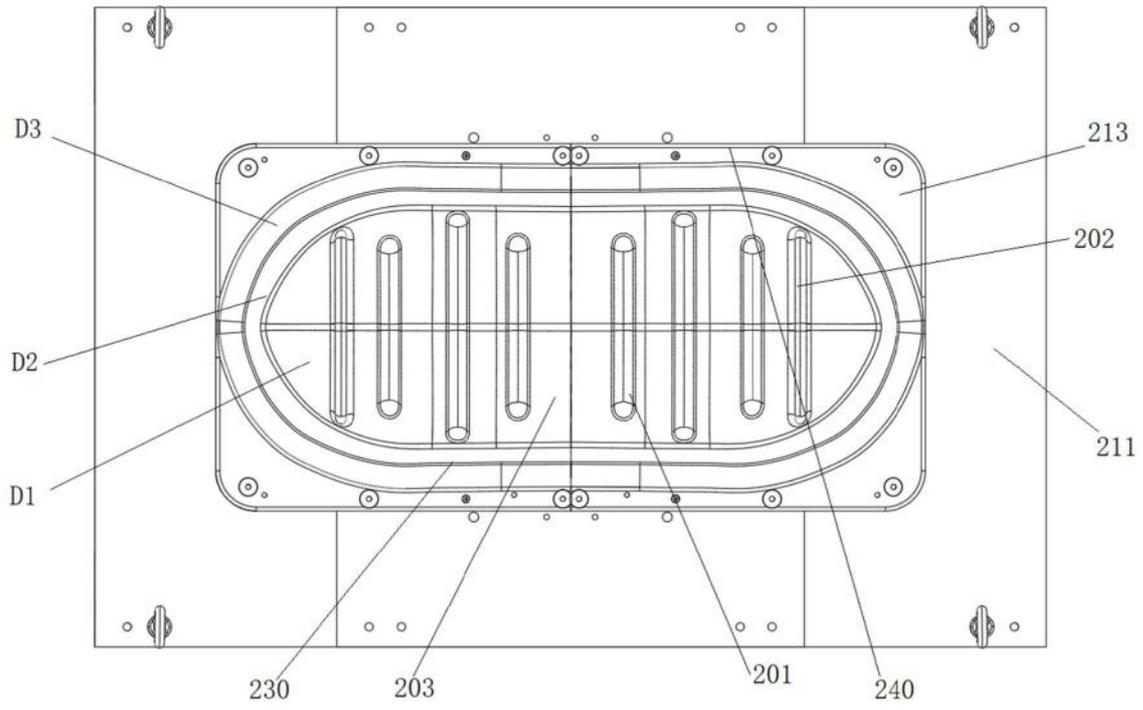


图6

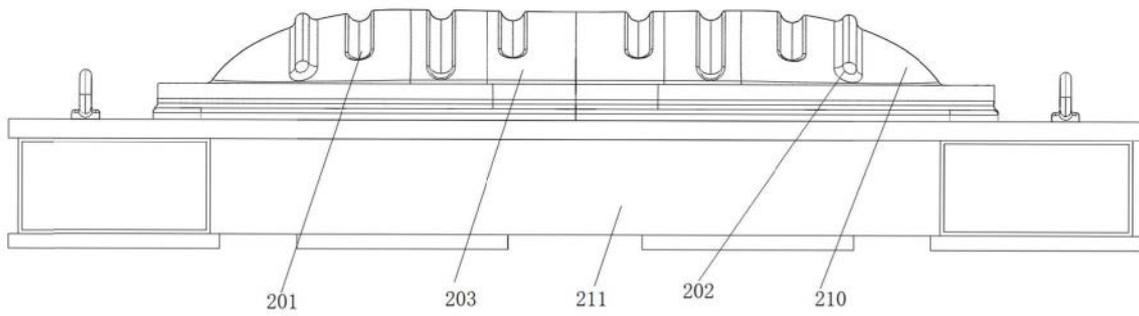


图7

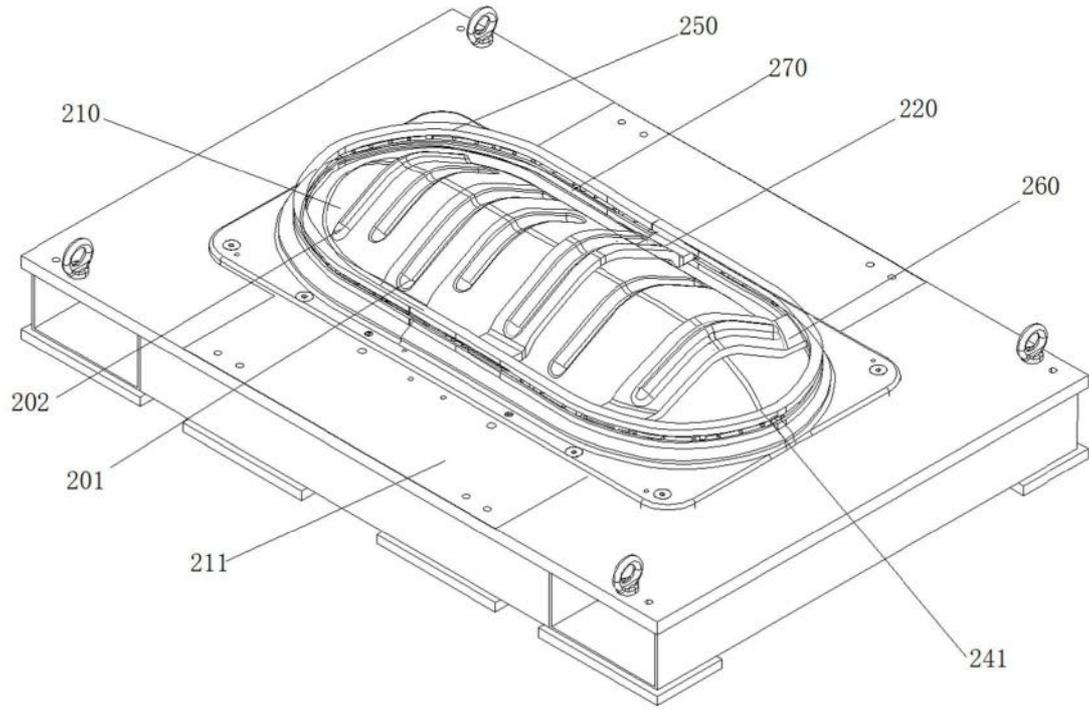


图8

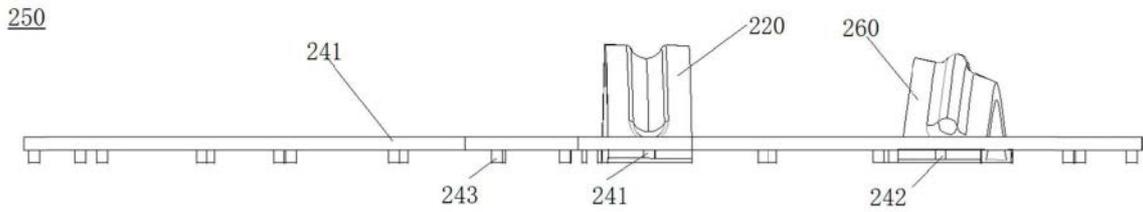


图9

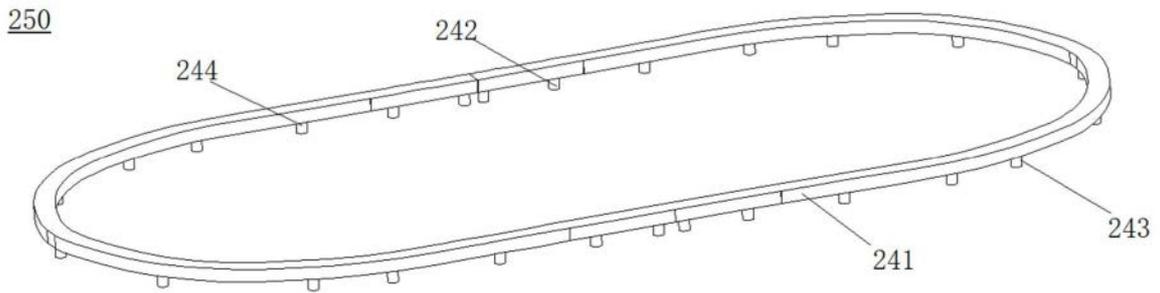


图10

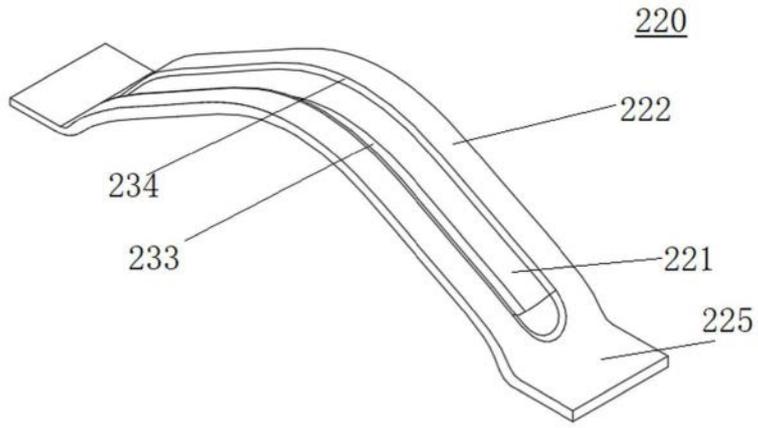


图11

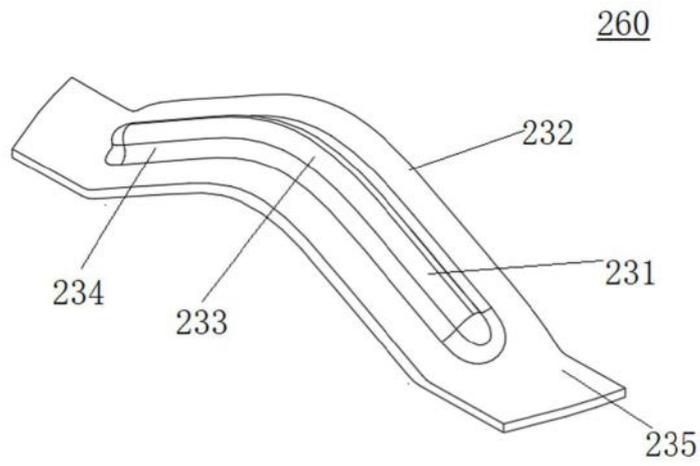


图12

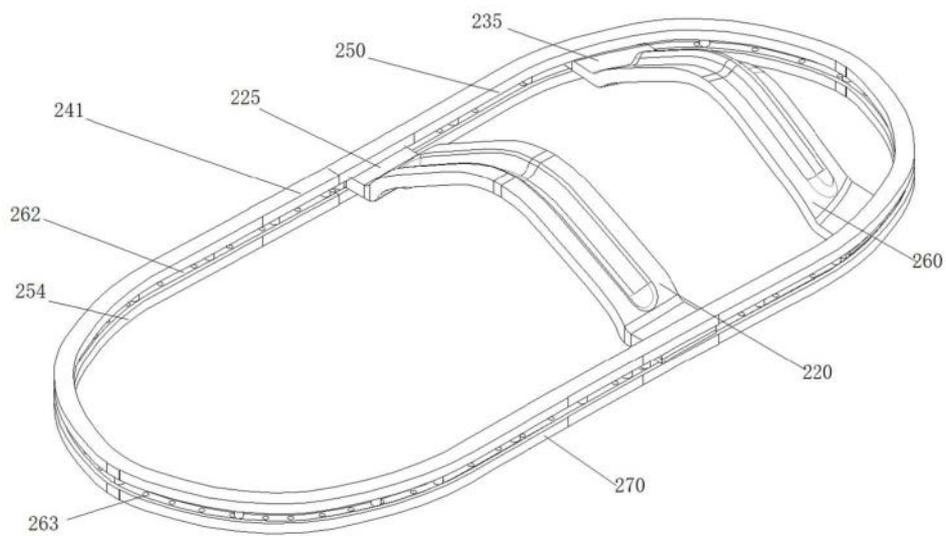


图13

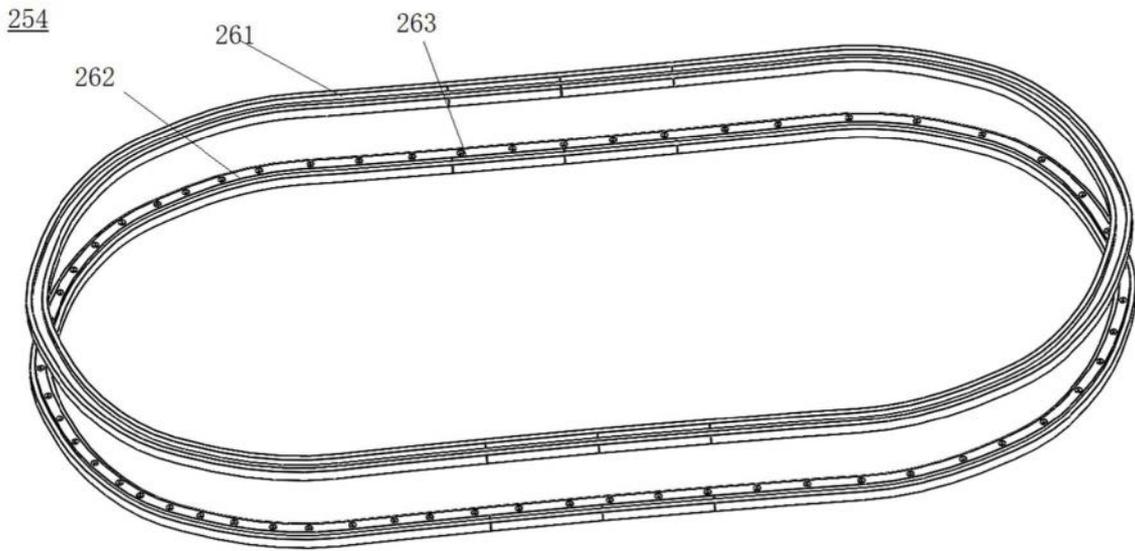


图14

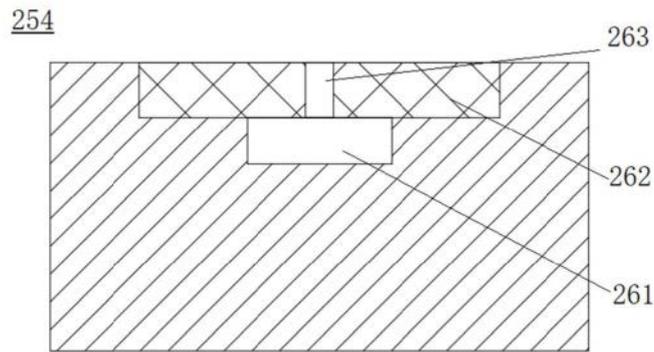


图15

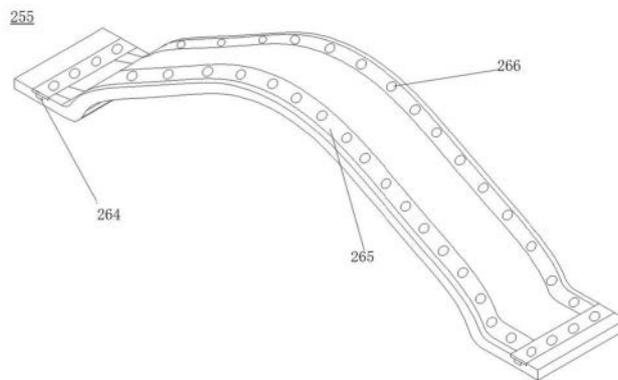


图16

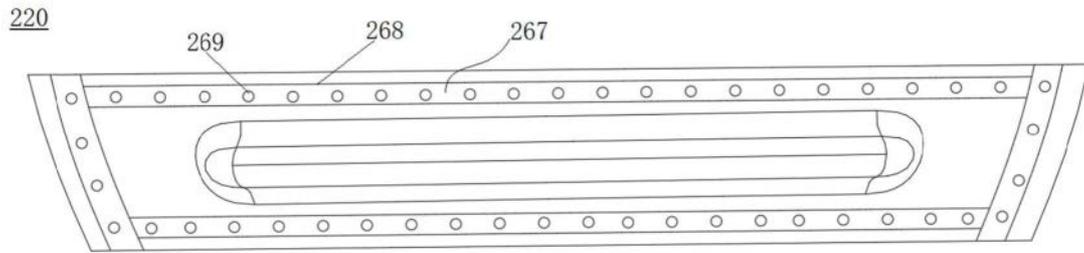


图17

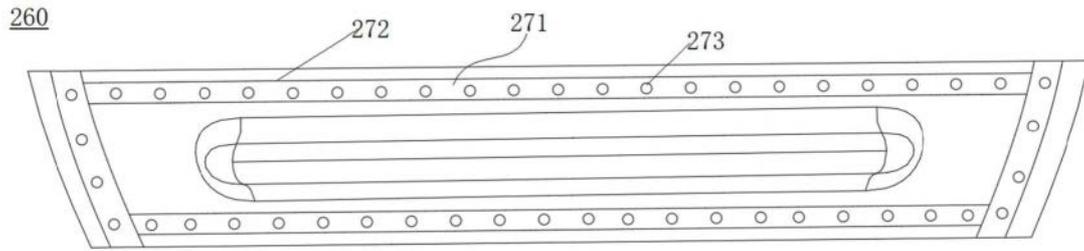


图18

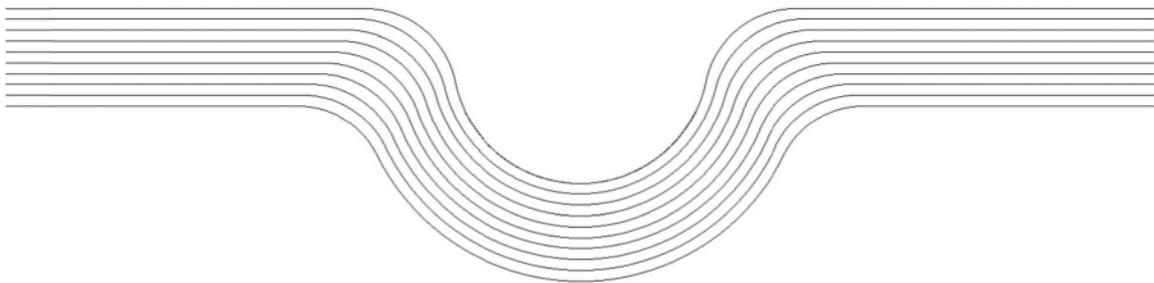


图19

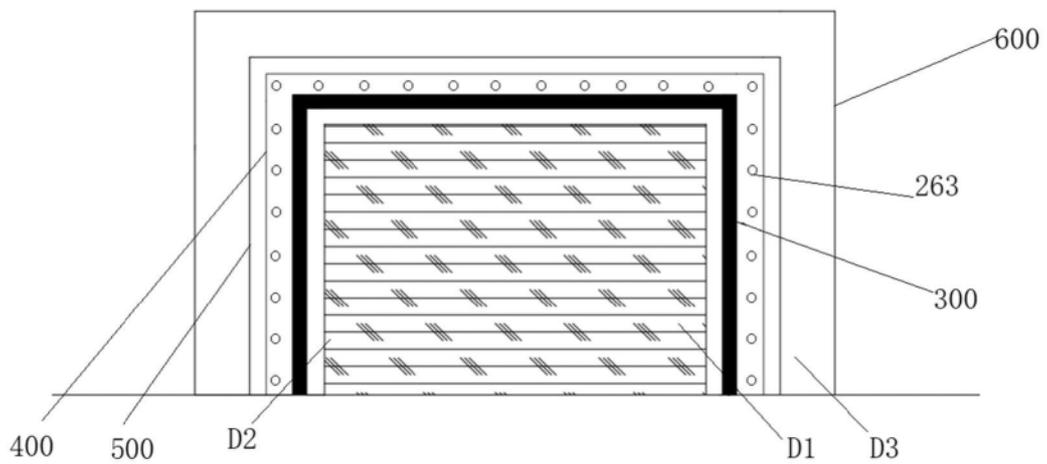


图20

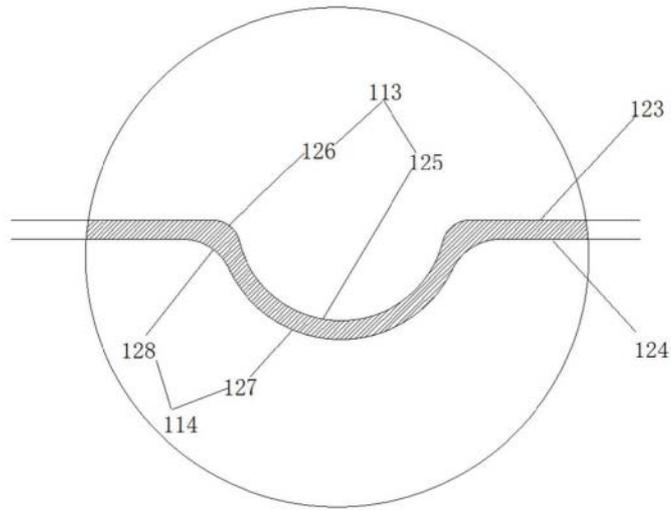


图21

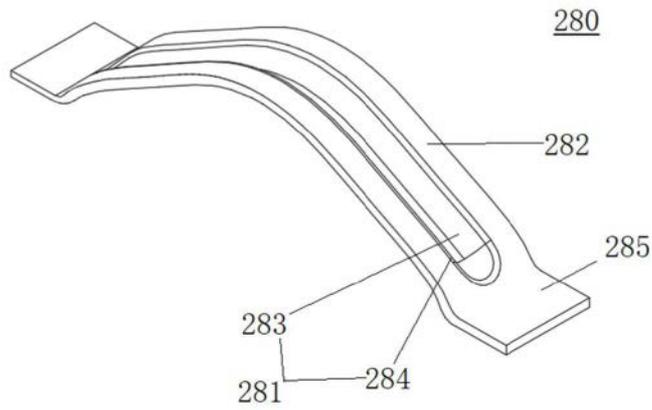


图22

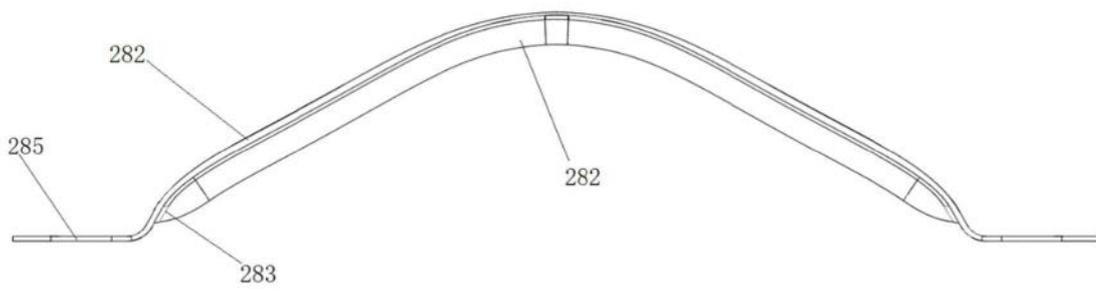


图23

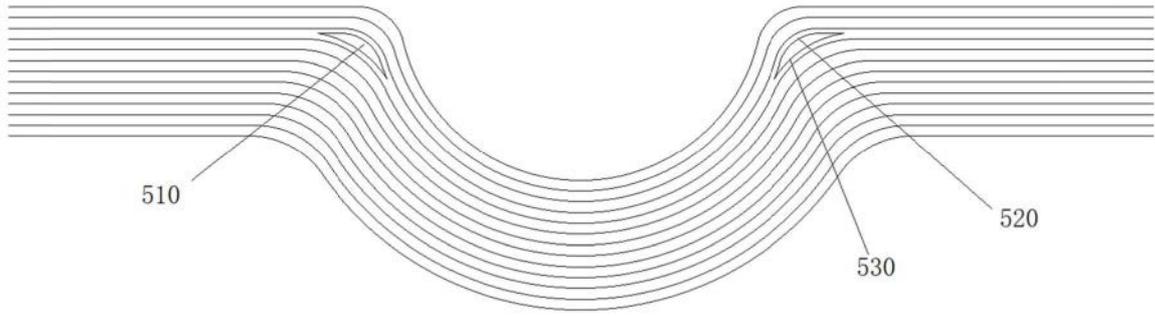


图24

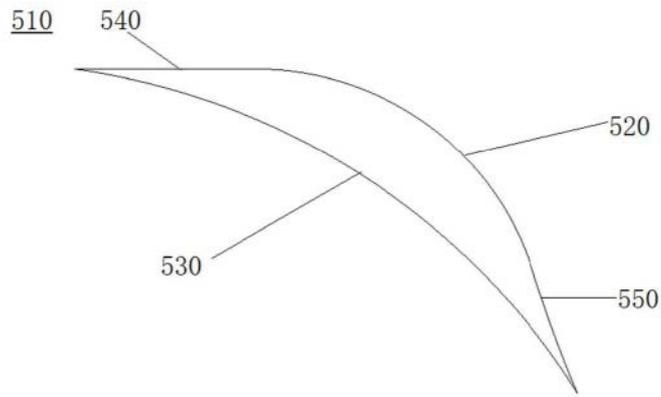


图25