(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109849368 B
(45)授权公告日 2021.09.21

(21)申请号 201910213194.6
(22)申请日 2019.03.20
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109849368 A
(43)申请公布日 2019.06.07
(73)专利权人 成都联科航空技术有限公司
地址 611700 四川省成都市高新西区合瑞南路5号
(72)发明人 李书军 陈剑 尹军华 杨自燕 周才超
(74)专利代理机构 四川力久律师事务所 51221
代理人 刘芸芸
(51)Int.Cl.
*B29C 70/34*(2006.01)
*B29C 70/54*(2006.01)

审查员 雷安琪

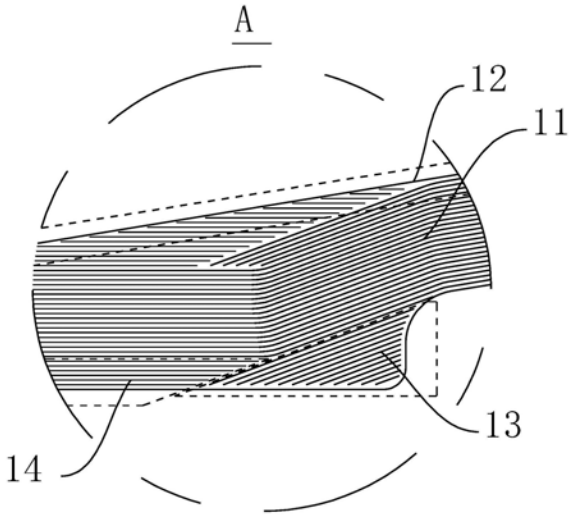
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

一种复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法

(57)摘要

本发明涉及树脂基纤维增强复合材料预浸料热压罐成型技术领域，特别涉及一种复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法。其包括：材料准备；模具准备；铺叠；组装封袋；固化；脱模；所述连接结构上具有主承力结构区，在所述铺叠步骤中，按铺层方案在模具上铺设复合材料铺层，所述铺层方案包括：在连接结构的主承力结构区，以所述主承力结构区在径向方向上的厚度中间面为对称面，所述主承力结构区中的复合材料铺层以所述对称面为中心对称设置。本发明中，通过热压罐进行复合材料连接结构的加工，工艺简单，以主承力结构区在径向方向上的中间面为对称面，复合材料在主承力结构区中的铺层以对称面为中心对称设置，能消除热变形翘曲，减小内应力。




CN 109849368 B

1.一种复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，包括以下步骤：准备材料；模具准备；铺叠；组装封袋；固化；脱模；其特征在于，所述连接结构上具有主承力结构区，所述主承力结构区包括弯曲结构，所述弯曲结构内侧设有局部填充区，在所述铺叠步骤中，按铺层方案在模具上铺设复合材料铺层，所述铺层方案包括：在连接结构的主承力结构区，以所述主承力结构区在径向方向上的厚度中间面为对称面，所述主承力结构区中的复合材料铺层以所述对称面为中心对称设置，在所述弯曲结构内侧铺设局部填充区，采用条带状的复合材料，在局部填充区内沿环向铺放，将所述局部填充区铺设至预设形状，在所述主承力结构区外侧，铺设机加工余量区。

2.根据权利要求 1 所述的复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，其特征在于，在所述连接结构的主承力结构区，所述复合材料铺层的 0°方向与连接结构的受力方向一致。

3.根据权利要求 1 所述的复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，其特征在于，在所述连接结构的主承力结构区，沿所述连接结构的受力方向，所述复合材料纤维连续。

4.根据权利要求 1 所述的复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，其特征在于，在所述连接结构厚度变化的区域，所铺设的所述复合材料的面积逐层递减。

5.根据权利要求 1 所述的复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，其特征在于，在所述按铺层方案在模具上铺设复合材料中，还包括以下步骤：在铺叠过程中，对铺层进行预压实操作。

6.根据权利要求 5 所述的复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，其特征在于，所述预压实操作包括：在模具表面粘接密封胶条，此时的密封胶条与复合材料坯料错开设置，用有孔隔离膜覆盖该连接结构，在有孔隔离膜上放置透气毡，然后用真空袋膜覆盖连接结构并与密封胶条粘接，在连接结构以外区域安装真空快换接头，组装封袋后形成良好的真空系统；对真空系统进行抽真空，直至系统内的真空度大于-0.90bar，通过抽真空形成的压力对连接结构复合材料坯料的各铺层进行压实。

7.根据权利要求 1 所述的复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，其特征在于，所述模具包括模体和盖板，所述盖板用于设于所述模体的上方，所述模体的上端面用于与所述盖板配合。

8.根据权利要求7所述的复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，其特征在于，在所述按铺层方案在模具上铺设复合材料中：铺设的复合材料的高度高于所述模体的上端面。

# 一种复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及树脂基纤维增强复合材料预浸料热压罐成型技术领域，特别涉及一种复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法。

## 背景技术

[0002] 火箭/导弹发动机壳体要实现级间连接或与其它部件的连接，必须依靠壳体级间连接结构来实现，以有效实现级间推力的传递。连接结构承受轴向拉伸、轴向压缩、环向拉伸、弯曲、剪切等多种载荷，载荷工况复杂；早期的火箭/导弹发动机的级间连接结构均采用金属材料。随着材料科学的发展，复合材料以其较高的比强度、比模量等优异性能在固体火箭发动机壳体上得到了广泛应用，复合材料连接结构也逐步取代了金属连接结构，实现了复合材料壳体及连接结构的一体化制造技术，实现固体火箭发动机的有效减重。火箭/导弹发动机复合材料级间连接结构的传统成型方法主要有缠绕成型和RTM成型，两种方法的树脂含量较高，导致连接结构的碳纤维体积含量较低，连接结构的整体力学性能较差；另外，上述两种方法所成型的连接结构内部孔隙率较高，也会造成连接结构的整体力学性能较差。

## 发明内容

[0003] 本发明目的在于提供一种工艺简单、成型质量高、生产效率高的火箭/导弹发动机复合材料级间连接结构的成型方法--树脂基纤维增强复合材料预浸料热压罐成型方法，采用该方法成型的复合材料连接结构具有质量稳定、生产效率高等特点。

[0004] 为了实现上述发明目的，本发明提供了以下技术方案：

[0005] 一种复合材料带锥段变厚度回转体连接结构加工方法，包括以下步骤：贮备材料；准备模具；铺叠；组装封袋；固化；脱模；

[0006] 所述连接结构上具有主承力结构区，在所述铺叠步骤中，按铺层方案在模具上铺设复合材料铺层，所述铺层方案包括：在连接结构的主承力结构区，以所述主承力结构区在径向方向上的厚度中间面为对称面，所述主承力结构区中的复合材料铺层以所述对称面为中心对称设置。在本发明中，通过热压罐进行复合材料回转体连接结构的加工，工艺简单，加工效率高。在对复合材料铺层的过程中，以主承力结构区在径向方向上的中间面为对称面，复合材料在主承力结构区中的铺层以对称面为中心对称设置，能够消除热变形翘曲，减小内应力，从而提高成型质量。作为本发明的优选方案，在所述连接结构的主承力结构区，所述复合材料层铺层的0°方向用于与连接结构的受力方向一致。采用上述结构得到的连接结构在承力时，力能够沿承力方向传递，减小对相对薄弱的复合材料层间的影响，从而提高该连接结构的承载能力。

[0007] 作为本发明的优选方案，在所述连接结构的主承力结构区，沿所述连接结构的受力方向，所述复合材料纤维连续。采用上述方案，能够便于力沿复合材料传递。

[0008] 作为本发明的优选方案，所述主承力结构区包括弯曲结构，所述弯曲结构内侧设

有局部填充区，在所述按铺层方案在模具上铺设复合材料中：在所述弯曲结构内侧铺设局部填充区，采用条带状的复合材料，在局部填充局内沿环向铺放，将所述局部填充区铺设至预设形状。连接结构在受力时，主承力区的弯曲结构部分容易在外力的作用下发生变形。因此，主承力区的弯曲结构内设置有局部填充区，以提高主承力区的承载能力。采用条带状的复合材料，在局部填充局内沿环向铺放，进行该区域的填充，能够较好地填充出该区域的形状。

[0009] 作为本发明的优选方案，在所述按铺层方案在模具上铺设复合材料中：在所述主承力结构区外侧，铺设机加工余量区。铺设机加工余量区，在热压成型后，还可以通过机加工进行进一步的表面加工处理，使得该连接结构能够具有更高的表面质量和尺寸精度。

[0010] 作为本发明的优选方案，在所述连接结构厚度变化的区域，所铺设的所述复合材料的面积逐层递减。例如，在该连接结构的锥段处，铺设的复合材料层的面积逐层递减，使得最终的结构呈现出锥段或厚度变化，这种铺层方案能够使加工出的连接结构的表面光滑，且使厚度变化处的纤维变化平缓，从而不致于引起该处产生树脂聚集。

[0011] 作为本发明的优选方案，在所述按铺层方案在模具上铺设复合材料中，还包括以下步骤：在铺叠过程中，对铺层进行预压实操作。

[0012] 作为本发明的优选方案，所述预压实操作包括：

[0013] 在模具表面粘接密封胶条，此时的密封胶条与复合材料坯料错开设置，用有孔隔离膜覆盖该连接结构，在有孔隔离膜上放置透气毡，然后用真空袋膜覆盖连接结构并与密封胶条粘接，在连接结构以外区域安装真空快换接头，组装封袋后形成良好的真空系统；对真空系统进行抽真空，直至系统内的真空度大于-0.90bar，通过抽真空形成的压力对连接结构复合材料坯料的各铺层进行压实。采用上述方案，通过抽真空的方式进行预压实，能够去除复合材料层间的间隙和气泡，改善铺层间的粘接质量。

[0014] 作为本发明的优选方案，所述模具包括模体和盖板，所述盖板用于设于所述模体的上方，所述模体的上端面用于与所述盖板配合。在模具上设置盖板，热压罐加工的过程中，盖板能够与复合材料的上端配合，使得复合材料的上端各部分受到均匀的压力，具有较高的表面质量。

[0015] 作为本发明的优选方案，在所述按铺层方案在模具上铺设复合材料中：铺设的复合材料的高度高于所述模体的上端面。采用上述方案，在加工的时候，铺设的复合材料高度高于模体的上端面，使得盖板能够与复合材料之间具有足够的接触压力，便于加工过程中的压力传递。其次，在热压加工中，复合材料的体积会具有一定程度的压缩，因此，在铺设复合材料的过程中，使复合材料的高度高于模体的上端面，则在加工过程中，复合材料经过一定的压缩后，得到的材料体积与连接结构中该区域所需要的体积相当，可以满足连接结构的使用要求。

[0016] 与现有技术相比，本发明的有益效果在于：

[0017] 在本发明中，通过热压罐进行复合材料回转体连接结构的加工，工艺简单。在对复合材料铺层的过程中，以主承力结构区在径向方向上的厚度中间面为对称面，复合材料在主承力结构区中的铺层以对称面为中心对称设置，能够消除热变形翘曲，减小内应力。

**附图说明：**

[0018] 图1为本发明实施例提供的带锥段变厚度回转体连接结构的示意图。

[0019] 图2为本发明实施例提供的铺层方案的示意图。

[0020] 图3为图2中A部的局部放大图。

[0021] 图4为本发明实施例提供的模具与连接结构结合时的结构示意图。

[0022] 图5为图4所示结构的剖面示意图。

[0023] 图6为图5中B部的局部放大图。

[0024] 图7为本发明提供的加工方法中预压实步骤的示意图。

[0025] 图8为图7中C部的局部放大图。

[0026] 图9为本发明提供的加工方法中的组装封袋时的示意图。

[0027] 图10为图9中D部的局部放大图。

[0028] 图标：1-连接结构；11-主承力结构区；12-机加工余量区；13-局部填充区；14-径向内侧局部加强区；22-模体；21-盖板；4-有孔隔离膜；5-透气毡；6-真空袋膜；7-无孔隔离膜；2-模具；8-密封胶条。

**具体实施方式**

[0029] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实施例，凡基于本发明内容所实现的技术均属于本发明的范围。

[0030] 实施例

[0031] 请参阅图1-图10，本发明实施例提供了一种复合材料带锥段变厚度回转体连接结构1加工方法。以图1至图3所示的连接结构1为例，采用图4及图5所示的模具2进行这种连接结构1的加工。

[0032] 这种加工方法包括以下步骤：

[0033] S1.准备材料：将复合材料片解冻，并进行复合材料片的裁切。

[0034] S2.准备模具2：清理模具2，在模具2上施工脱模剂。使得在加工完成后，能够方便地进行脱模处理。

[0035] S3.铺叠：

[0036] 铺叠步骤包括：

[0037] S31.设计铺层方案；

[0038] S32.按铺层方案将复合材料铺设到模具2上。

[0039] 具体的：

[0040] S31.设计铺层方案：先通过三维建模软件建立连接结构1的三维模型，然后分析连接结构1的结构特点和载荷工况，根据连接结构1的结构特点和载荷工况设计铺层方案。

[0041] 在铺层方案中：请参阅图3，对于该复合材料带锥段变厚度回转体连接结构1，按图3中的虚线框所示，被分为主承力结构区11、局部填充区13、机加工余量区12和径向内侧局部加强区14。

[0042] 其中，主承力结构区11主要用于承受和传递载荷。

[0043] 若主承力结构区11上具有弯曲结构，则局部填充区13紧邻主承力结构区11上的弯

曲结构，且位于弯曲结构的内侧，局部填充区13起到对主承力结构区11的局部加强作用。同时，与现有技术中的铺层方案相比，这种分区方式能够使主承力结构区11中的复合材料片具有较为流畅的走向，避免材料在成型的过程中由于走向弯曲较大产生较大的应力集中。

[0044] 机加工余量区12紧邻主承力结构区11，在模具2成型后，可以对机加工余量区12内的材料进行切削。

[0045] 径向内侧局部加强区14紧邻主承力结构区11，能够进行局部加厚，从而提高局部的支撑强度。

[0046] 在设计铺层方案时，对于主承力结构区11，复合材料层的铺设方向用于与连接结构1的受力方向一致，且主承力结构区11内的各层材料均连续。

[0047] 在本发明中，复合材料铺层的0°方向与连接结构1的受力方向一致，既包括复合材料铺层的0°方向与连接结构1的受力方向完全一致的情形，也包括复合材料铺层的0°方向与连接结构1的受力方向基本一致的情形。即：复合材料铺层的0°方向可以在连接结构1的受力方向附近有一定程度的变化。同时，在铺层方案的设计中，连接结构1的受力方向的拉伸强度和压缩强度越高，则复合材料0°方向与连接结构1的受力方向一致的铺层比例越大。

[0048] 在本发明中，复合材料铺层的0°方向是指：单向带预浸料复合材料的纤维方向，或织物预浸料的经向纤维方向(即：织物预浸料卷料的展开方向)。

[0049] 主承力结构区11内的各层材料均连续是指：沿连接结构1的受力方向，在主承力结构区11内，通过一整块完整的材料贯穿整个主承力结构区11，不产生拼接，保证复合材料的纤维连续。而在与受力方向垂直的方向上(本实施例中，是指连接结构1的圆周方向上)，主承力结构区11内的材料可以产生拼接。通过这种铺层方案得到的连接结构1，在承受载荷时，载荷能够沿主承力结构区11内的材料顺利传递，有利于提高承载能力。

[0050] 进一步的，在填充主承力结构区11时，以主承力结构区11在厚度方向上的中心面为对称面，使主承力结构区11中的复合材料铺层在对称面两侧对称布置。具体的，这种对称布置是指：在主承力结构区11对称面的两侧，复合材料铺层的原材料、铺层方向和数量完全一致。通过这样设置，可以避免连接结构1在加工过程中产生热变形翘曲和内应力。

[0051] 对于局部填充区13，采用条带状的复合材料，在局部填充区13内沿环向铺放，将局部填充区13填充至需要的形状。

[0052] 在连接结构1的厚度具有变化的部分，例如，在锥段处，复合材料铺层的长度逐渐变化，使得连接结构1的厚度逐渐变化。

[0053] 按照上述的铺层方案进行复合材料的铺层，能够使得到的连接结构1具有较强的承载能力，在加工中不易产生变形和翘曲。

[0054] S22.按铺层方案铺设复合材料层：在本实施例中，请参阅图5，所采用的模具2包括模体22和盖板21。盖板21用于设置模体22的上方，即：在将模具2和复合材料整体放入到热压罐中时，盖板21位于模体22的上方。模体22的上端面与盖板21配合。请参阅图6，在步骤S22中，铺设的复合材料在模体22上的高度高于模体22的上端面。使得在盖板21与模体22的上端面配合时，盖板21会对模体22的上端面施加压力。

[0055] 在铺设的过程中，若复合材料片的尺寸与连接结构1的尺寸存在误差，使得复合材料片的尺寸略小于连接结构1所需要的尺寸，则用树脂在未被复合材料填充的区域进行补充填充。

[0056] 在铺设的过程中，在铺叠过程中，首次铺层结束后，采用抽真空方式进行预压实。后续每隔三层铺层，进行一次上述的预压实操作。

[0057] 进一步的，在预压实操作中，在模具2表面粘接密封胶条8，此时的密封胶条8与复合材料坯料错开设置，用有孔隔离膜4覆盖该连接结构1，在有孔隔离膜4上放置透气毡5，然后用真空袋膜6覆盖连接结构1并与密封胶条8粘接，在连接结构1以外区域安装真空快换接头，组装封袋后形成良好的真空系统；对真空系统进行抽真空，直至系统内的真空度大于-0.90bar，通过抽真空形成的压力对连接结构1复合材料坯料的各铺层进行压实。

[0058] S3.组装封袋：请参阅图9及图10，在模具2的表面粘接耐高温密封胶条8，耐高温密封胶条8与复合材料坯料错开设置，用无孔隔离膜7覆盖复合材料坯料，在无孔隔离膜7上放置透气毡5，最后用耐高温的真空袋膜6覆盖连接结构1并与密封胶条8粘接，在连接结构1以外的区域安装真空快换结头，组装封袋后，形成密闭良好的真空系统。

[0059] S4.固化：将模具2及连接结构1转移至热压罐内，按照固化参数施加真空、压力及温度，即可对连接结构1进行固化。

[0060] S5.脱模：去除真空袋膜6、透气毡5、无孔隔离膜7、密封胶条8，然后将连接结构1从模具2上取下。

[0061] 本发明提供的加工方法的有益效果在于：

[0062] 1.本发明提供的加工方法中，在铺层时，主承力结构区11内设置了对称面，复合材料在主承力结构区11中的铺层以对称面为中心对称设置，能够消除热变形翘曲，减小内应力；

[0063] 2.本发明提供的加工方法中，设计铺层方案时，根据连接结构1的形状和载荷进行了合理的分区，能够减小加工过程中的热应力，有利于提高连接结构1的强度；

[0064] 3.本发明提供的加工方法中，铺层过程中，进行了预压实，有利于消除铺层间隙和气泡，改善铺层间的粘接质量；

[0065] 4.本发明提供的加工方法中，采用了盖板21，且盖板21与模体22相连时，盖板21对材料施加压力，有利于在材料被在加压后，保持合适的体积，避免材料固化后表面平整。

[0066] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

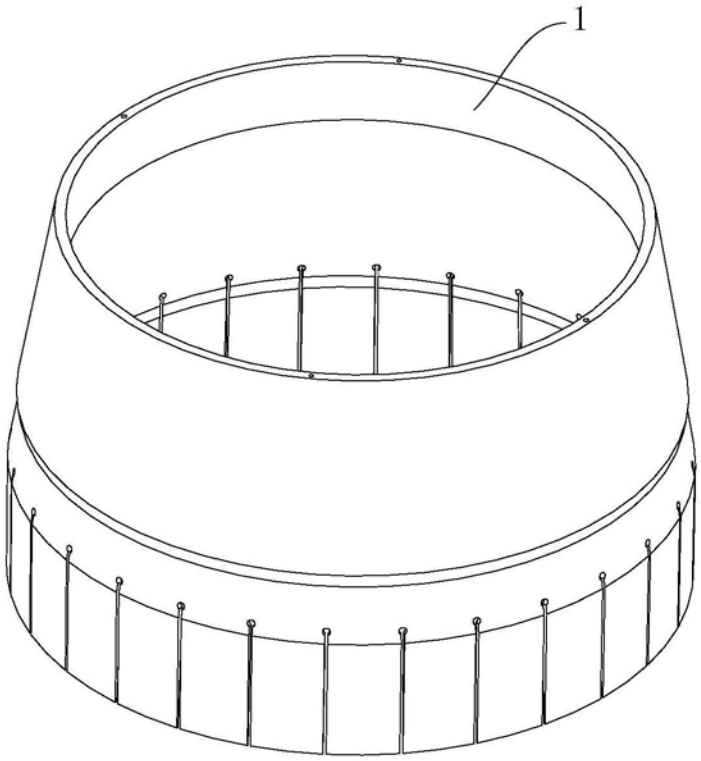



图1

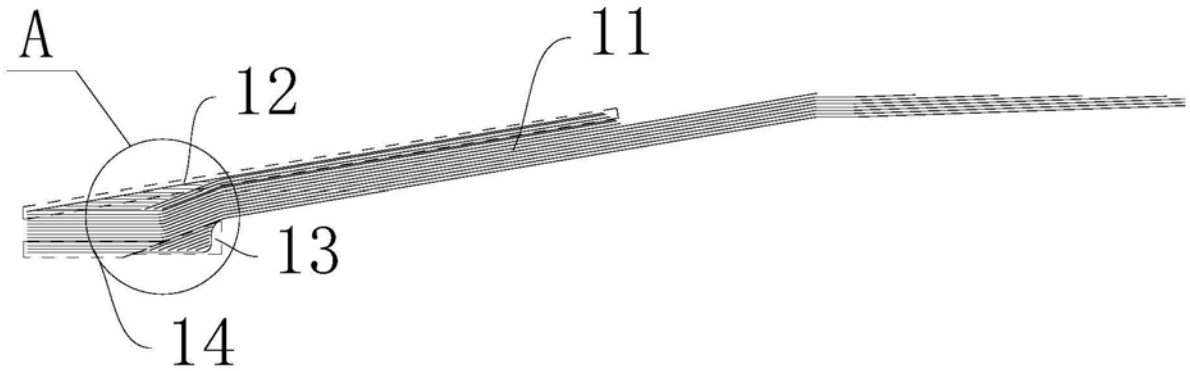



图2

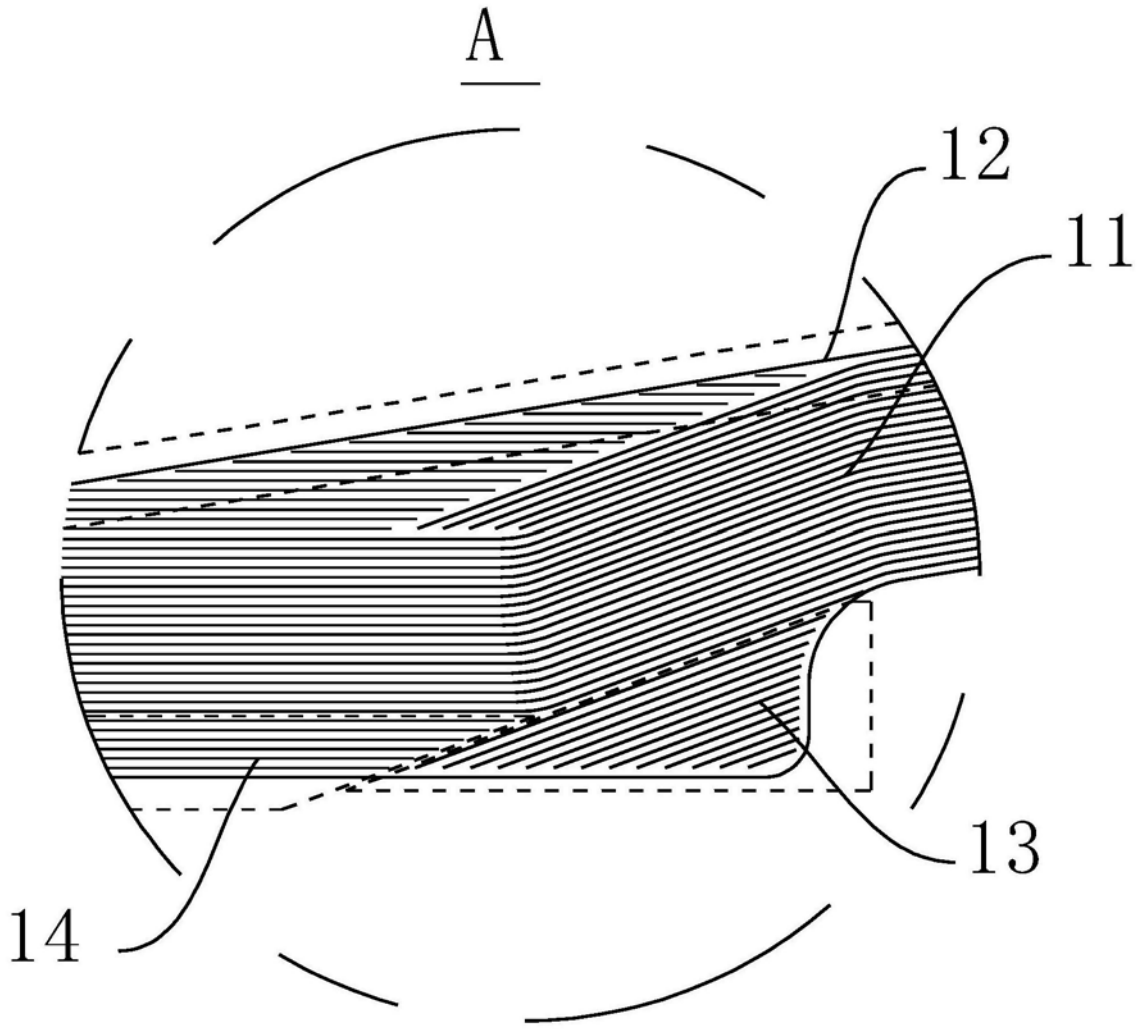



图3

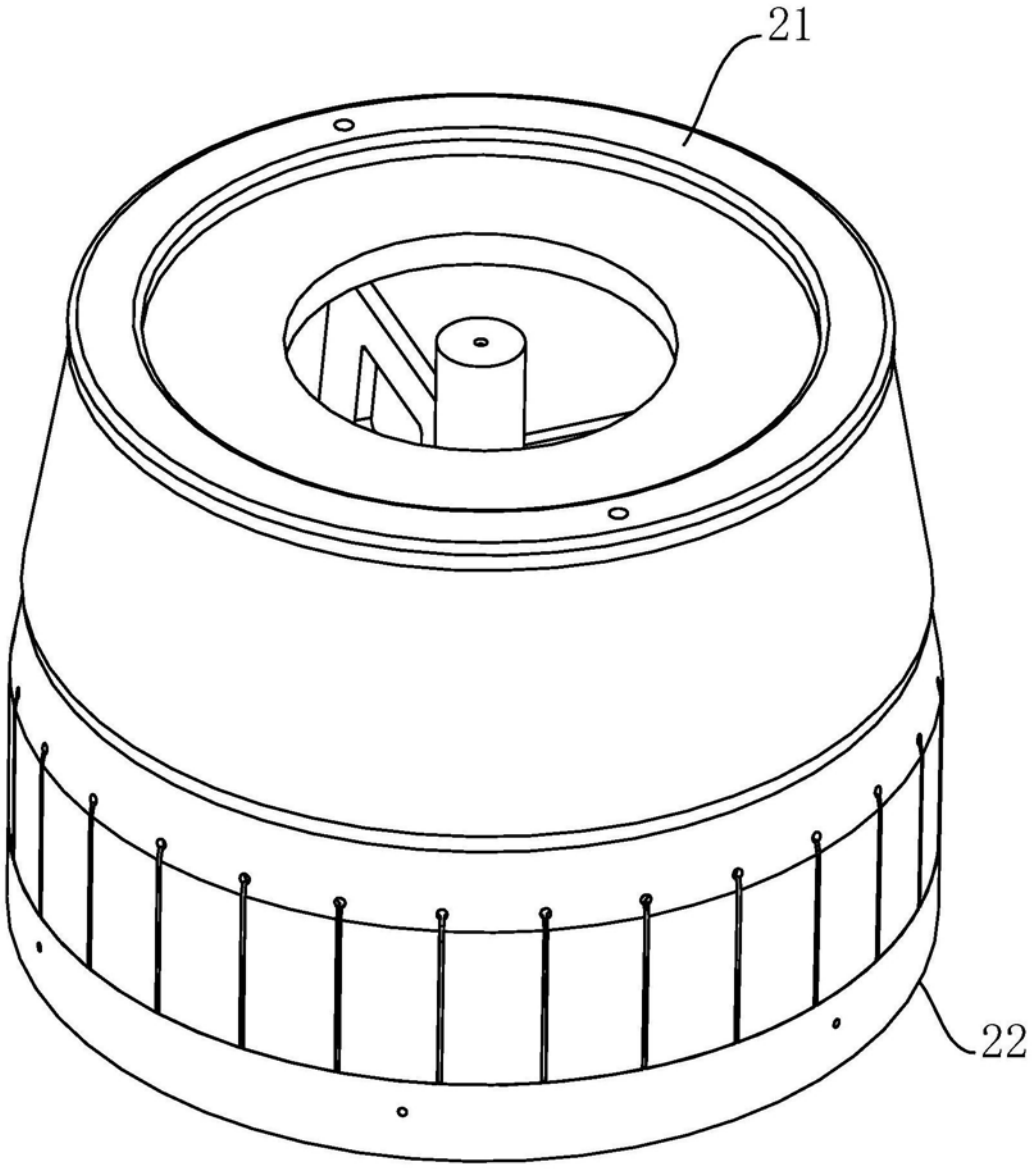



图4

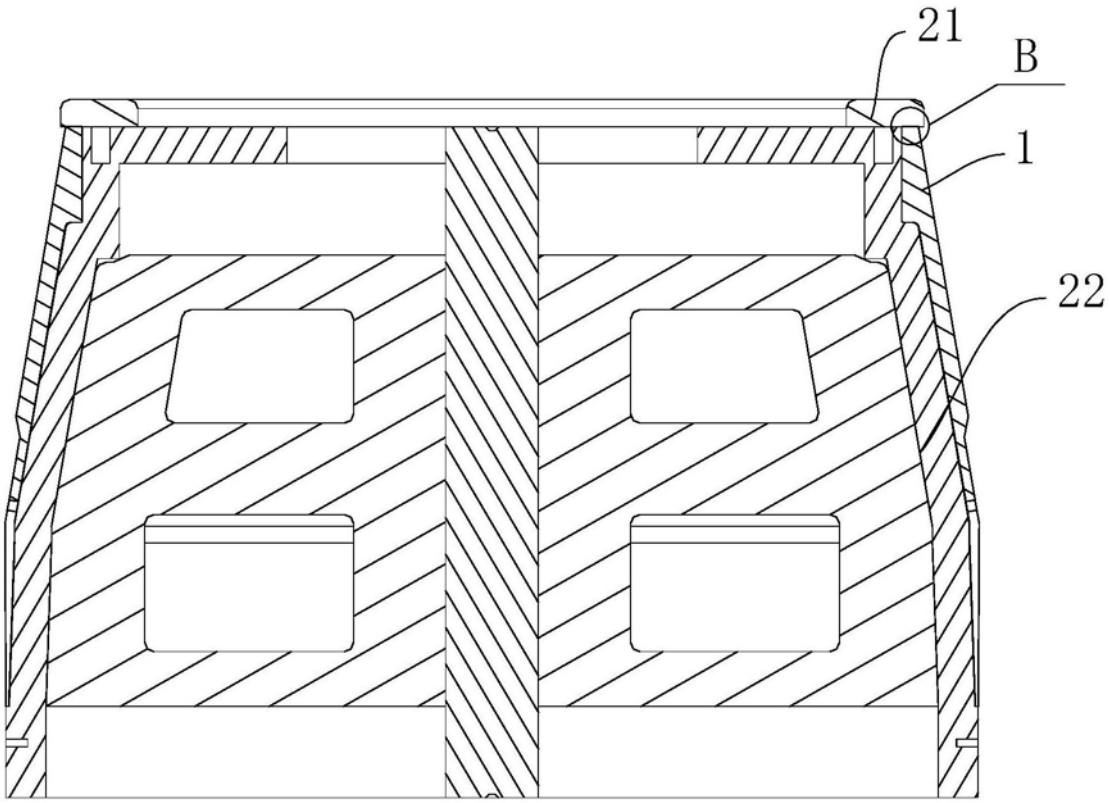



图5

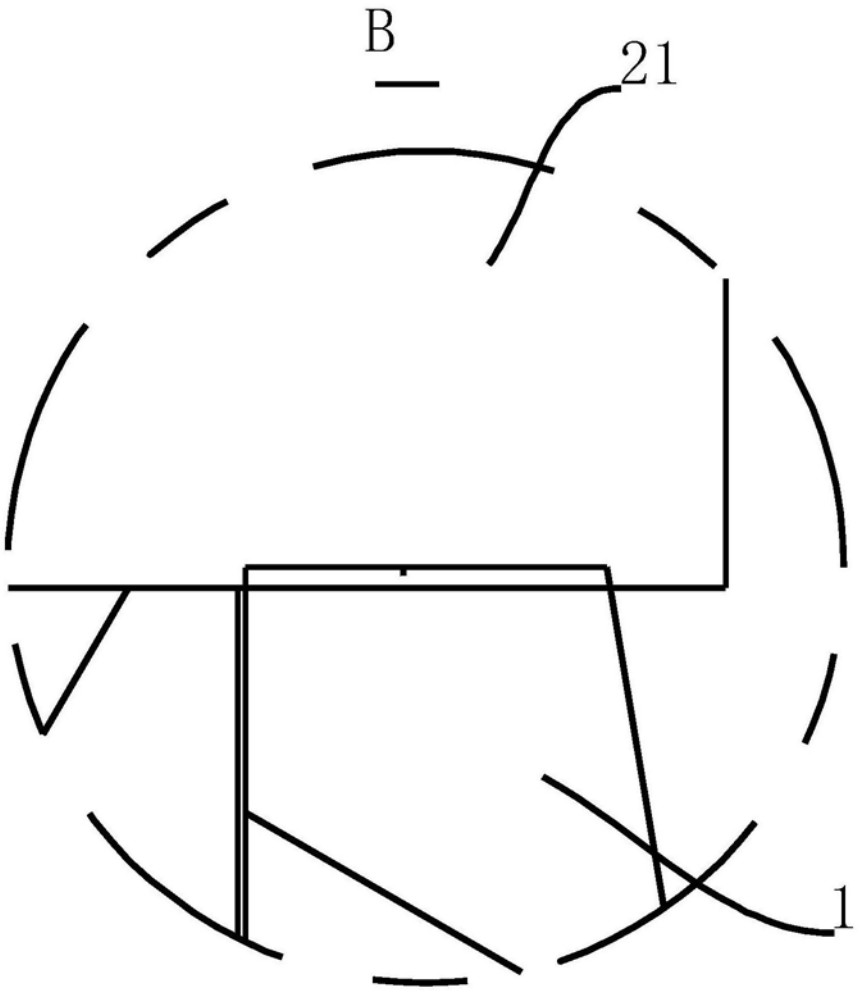



图6

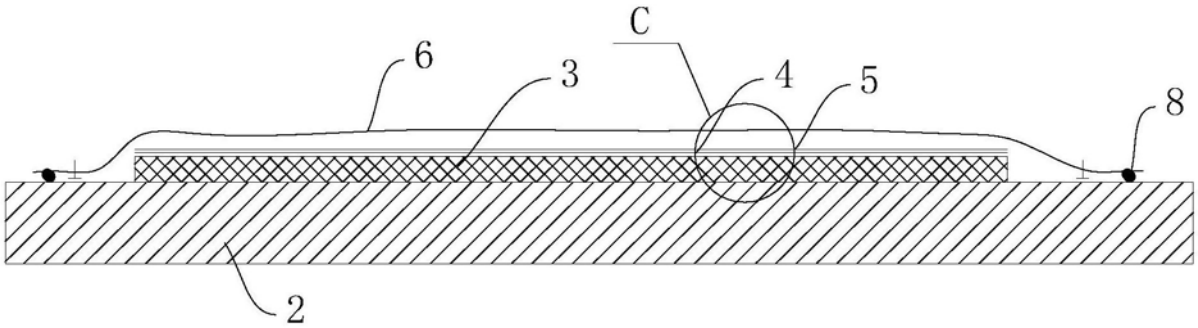



图7

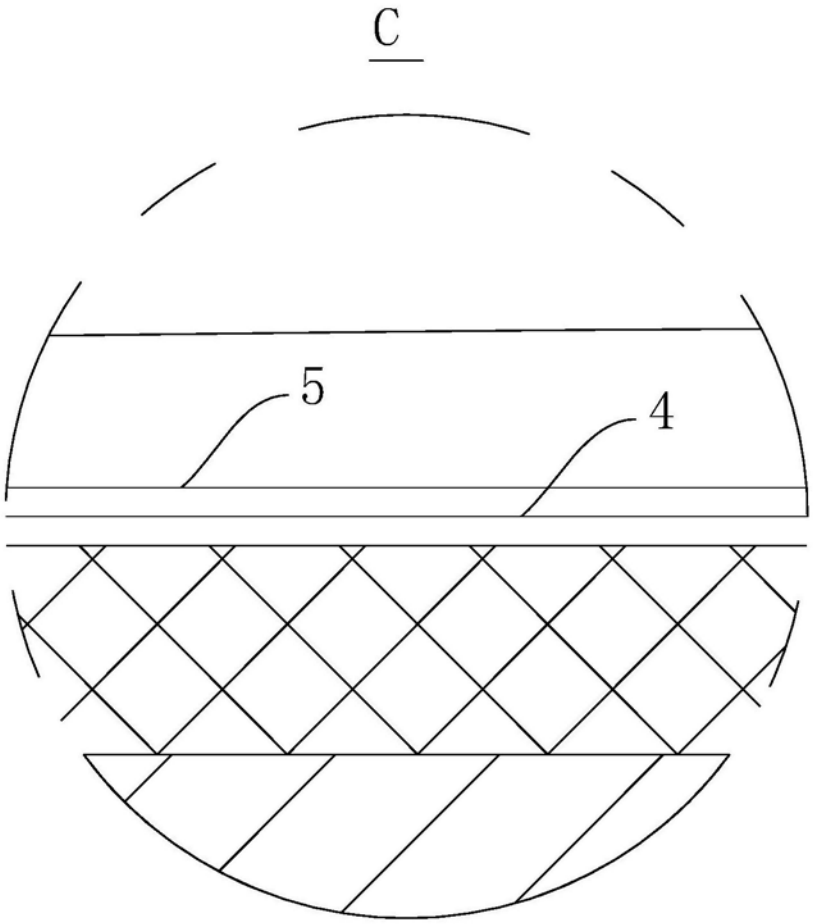



图8

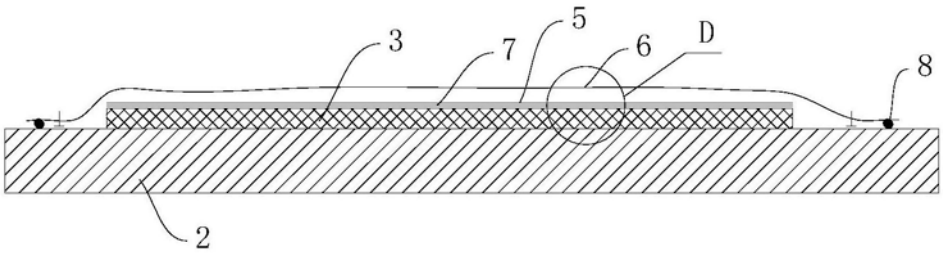



图9

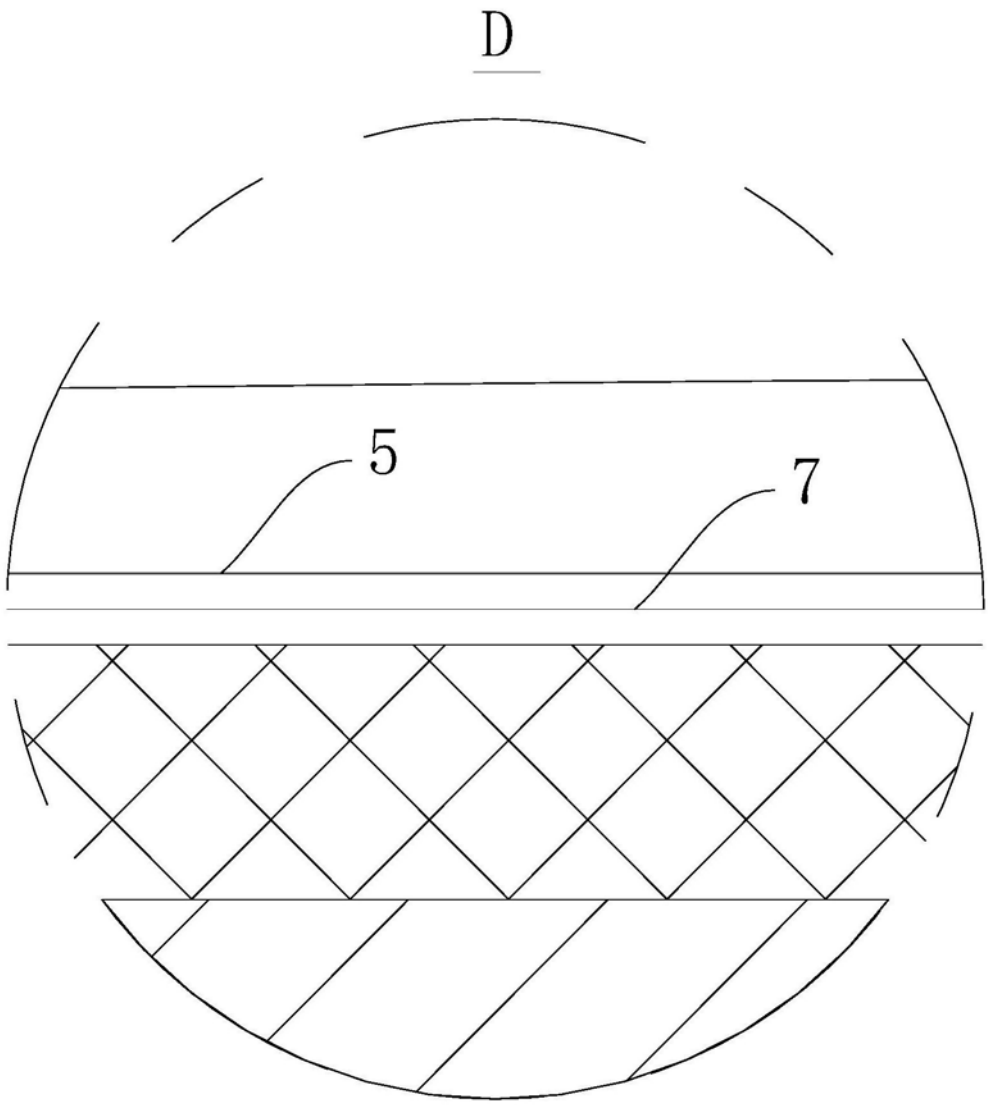



图10