



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109210003 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 08

(21) 申请号 201710527600.7  
 (22) 申请日 2017.06.30  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 109210003 A  
 (43) 申请公布日 2019.01.15  
 (73) 专利权人 中国航发商用航空发动机有限责  
 任公司  
 地址 200241 上海市闵行区莲花南路3998  
 号  
 (72) 发明人 陈云永 陈巍 秦文 陈璐璐  
 廖连芳  
 (74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公  
 司 31100  
 代理人 徐伟

(51) Int.Cl.  
*F04D 29/40* (2006.01)  
*F04D 29/02* (2006.01)  
*B29C 70/30* (2006.01)  
*B29C 70/08* (2006.01)  
*B29K 305/08* (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 WO 2008156890 A2, 2008.12.24  
 CN 106794639 A, 2017.05.31  
 GB 2426287 B, 2007.05.30  
 WO 2017109403 A1, 2017.06.29  
 US 2016281738 A1, 2016.09.29  
 审查员 张敏

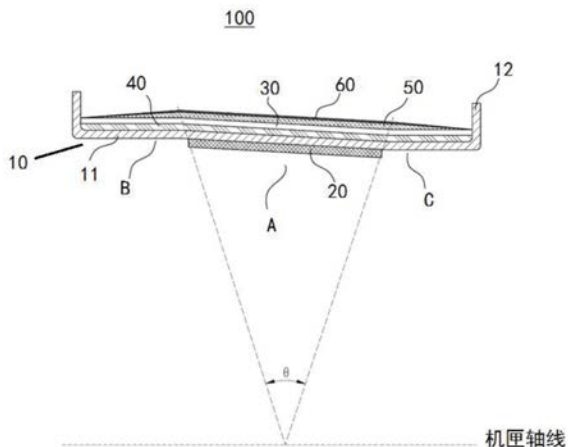
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

风扇包容机匣及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种风扇包容机匣,包围在航空发动机的风扇周围,该风扇包容机匣包括主框架,该主框架包括筒状的侧壁以及位于侧壁两端的法兰边,该主框架由碳纤维树脂基复合材料制成,该主框架的侧壁沿机匣轴向包括包容区和位于该包容区两旁的非包容区,在该主框架的侧壁内侧的该包容区设有沿机匣周向分布的包容层,该包容层由碳纤维与芳纶纤维混编的树脂基复合材料制成。



1. 一种风扇包容机匣, 包围在航空发动机的风扇周围, 所述风扇包容机匣包括主框架, 所述主框架包括筒状的侧壁以及位于侧壁两端的法兰边, 所述主框架由碳纤维树脂基复合材料制成, 所述主框架的侧壁沿机匣轴向包括包容区和位于所述包容区两旁的非包容区, 在所述主框架的侧壁内侧的所述包容区设有沿机匣周向分布的包容层, 所述包容层由碳纤维与芳纶纤维混编的树脂基复合材料制成, 混编所述包容层的碳纤维与芳纶纤维的体积含量比为2:1, 所述主框架的侧壁外侧沿机匣周向均匀分布多根加强支架和缠绕在所述多根加强支架上所形成的包覆所述多根加强支架的增强层, 每根加强支架沿机匣轴向固定于所述主框架的前后缘的法兰边上, 所述加强支架与所述主框架的侧壁之间留有空隙。

2. 如权利要求1所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述包容层包括沿机匣周向分布的多个加强块。

3. 如权利要求1所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述主框架的包容区侧壁厚度大于非包容区侧壁厚度。

4. 如权利要求3所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述主框架的侧壁最小厚度不低于20mm, 包容区侧壁厚度介于25-35mm之间。

5. 如权利要求1所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述主框架的所述侧壁和所述法兰边采用自动铺丝或自动铺带工艺一次成型而成。

6. 如权利要求1所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述加强支架为钛合金管材, 每根加强支架通过螺栓连接的方式固定于所述主框架的前后缘的法兰边上。

7. 如权利要求1所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述空隙介于8-12mm之间。

8. 如权利要求1所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述增强层的包容区增强层厚度大于非包容区增强层厚度。

9. 如权利要求8所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述增强层的包容区增强层厚度不低于30mm, 非包容区增强层厚度介于10-15mm之间。

10. 如权利要求1所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 在所述增强层的外侧包裹一层保护层。

11. 如权利要求10所述的风扇包容机匣, 其特征在于, 所述保护层包括聚氨酯聚合物材料层以及涂敷在所述聚氨酯聚合物材料层之上的憎水涂层。

12. 一种用于制备风扇包容机匣的方法, 所述风扇包容机匣包围在航空发动机的风扇周围, 所述方法包括:

采用碳纤维树脂基复合材料通过手工铺覆或自动铺带或自动铺丝的工艺完成铺层结构的主框架的成型, 所述主框架包括筒状的侧壁以及位于侧壁两端的法兰边, 所述法兰边采用整体翻边工艺一次成型, 所述主框架的侧壁沿机匣轴向包括包容区和位于所述包容区两旁的非包容区, 在所述主框架的侧壁外侧沿机匣周向均匀地将多根加强支架固定于所述主框架的前后缘的法兰边上, 所述加强支架与所述主框架的侧壁之间留有空隙;

将碳纤维与芳纶纤维进行混合三维编织并与树脂复合以获得包容层, 混编所述包容层的碳纤维与芳纶纤维的体积含量比为2:1; 以及

将所述包容层置于所述主框架的侧壁内侧的所述包容区以通过二次共固化的方式使所述包容层与所述主框架连成一体,

所述方法还包括将碳纤维和芳纶纤维的混编缎纹织物在一定张紧力的控制下慢速、均

匀的缠绕在所述加强支架上,并与树脂复合以形成增强层。

13. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述主框架的包容区侧壁厚度大于非包容区侧壁厚度。

14. 如权利要求13所述的方法,其特征在于,所述主框架的侧壁最小厚度不低于20mm,包容区侧壁厚度介于25-35mm之间。

15. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述加强支架为钛合金管材,每根加强支架通过螺栓连接的方式固定于所述主框架的前后缘的法兰边上。

16. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述空隙介于8-12mm之间。

17. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,所述增强层的包容区增强层厚度大于非包容区增强层厚度。

18. 如权利要求17所述的方法,其特征在于,所述增强层的包容区增强层厚度不低于30mm,非包容区增强层厚度介于10-15mm之间。

19. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,缠绕完成后,接口区域采用具有高剪切强度的环氧树脂进行粘接封装。

20. 如权利要求12所述的方法,其特征在于,还包括:

在所述增强层的外侧包裹一层保护层。

21. 如权利要求20所述的方法,其特征在于,所述在所述增强层的外侧包裹一层保护层包括:

在所述增强层的外侧缠绕聚氨酯膜层;以及

在所述聚氨酯膜层上喷涂憎水涂层。

22. 如权利要求21所述的方法,其特征在于,缠绕完成后,接口区域采用具有高剪切强度的环氧树脂进行粘接封装。

## 风扇包容机匣及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及航空发动机复合材料风扇机匣设计领域,尤其涉及一种具有混合结构和复合材料的风扇包容机匣及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 风扇包容机匣是航空发动机的重要部件,其作用是在风扇叶片发生意外脱落或损坏时能够将脱落的风扇叶片或碎片包容住,阻止其对发动机和飞机结构的进一步破坏。

[0003] 风扇包容机匣的设计要求保证足够刚度的同时,具有非常优异的包容能力,这就对风扇包容机匣的设计提出了非常高的要求。航空发动机通常采用如下几种方式实现风扇机匣的包容设计:

[0004] 1.传统的航空发动机大多采用全金属材料(高强度、钛合金、铝合金)制造,为了保证薄壁结构机匣的整体刚度满足要求,多在薄壁机匣外侧设计环形加强筋,以提升其整体刚度,同时还可以降低机匣重量。

[0005] 2.第二种机匣结构多采用芳纶纤维缠绕结构的包容机匣,该机匣的设计理念是在满足包容性的基础上尽量降低机匣重量,因此采用了Kevlar等轻质材料,这种机匣的结构金属材料作为机匣主框架,但是却将铝合金或钛合金铣削成薄壁结构,为了提升其包容性,再在铝合金或钛合金机匣外包裹铝蜂窝和芳纶布,为了满足其包容性,该芳纶布通常包裹数十层、甚至几十层,这种机匣与纯金属机匣相比,重量较轻,但是却相对笨重,加之芳纶纤维易受潮、不耐腐蚀,虽然采用了树脂对芳纶布进行保护,但没有对树脂表面进行防水处理,导致其容易受腐蚀,可维护性也较差。

[0006] 3.第三种机匣采用碳纤维增强全复合材料结构,该结构的机匣采用二维三向的碳纤维编织成布,然后绕发动机轴缠绕至所需的厚度,然后采用RTM工艺注入环氧树脂,该类机匣的最大特点是重量轻,为了改善其受冲击后的应力分布与裂纹扩展,国外也有在该类机匣的外侧包裹金属网的设计,以实现整体增强和阻止裂纹扩展。另一方面,为实现结构优化,该类机匣可以设计成具有非均匀厚度分布的特征,其包容区域厚度大于非包容区域,但由于该类机匣采用的是缠绕工艺,导致其非均匀厚度的特征较难实现。更为重要的是,该类机匣只能应用实现对复合材料风扇叶片的包容。

[0007] 因此,需要提出一种新型的混合结构/材料风扇包容机匣,在满足航空发动机包容性的前提下,采用轻质材料,技能实现减重又可以实现对复合材料风扇叶片和金属风扇叶片的包容。

### 发明内容

[0008] 以下给出一个或多个方面的简要概述以提供对这些方面的基本理解。此概述不是所有构想到的方面的详尽综览,并且既非旨在指认出所有方面的关键性或决定性要素亦非试图界定任何或所有方面的范围。其唯一的目的是要以简化形式给出一个或多个方面的一些概念以为稍后给出的更加详细的描述之序。

[0009] 根据本发明的一方面,提供了一种风扇包容机匣,包围在航空发动机的风扇周围,该风扇包容机匣包括主框架,该主框架包括筒状的侧壁以及位于侧壁两端的法兰边,该主框架由碳纤维树脂基复合材料制成,该主框架的侧壁沿机匣轴向包括包容区和位于该包容区两旁的非包容区,在该主框架的侧壁内侧的该包容区设有沿机匣周向分布的包容层,该包容层由碳纤维与芳纶纤维混编的树脂基复合材料制成。

[0010] 在一实例中,该包容层包括沿机匣周向分布的多个加强块。

[0011] 在一实例中,该主框架的包容区侧壁厚度大于非包容区侧壁厚度。

[0012] 在一实例中,该主框架的侧壁最小厚度不低于20mm,包容区侧壁厚度介于25-35mm之间。

[0013] 在一实例中,该主框架的该侧壁和该法兰边采用自动铺丝或自动铺带工艺一次成型而成。

[0014] 在一实例中,混编该包容层的碳纤维与芳纶纤维的体积含量比为2:1。

[0015] 在一实例中,在该主框架的侧壁外侧沿机匣周向均匀分布多根加强支架,每根加强支架沿机匣轴向固定于该主框架的前后缘的法兰边上。

[0016] 在一实例中,该加强支架为钛合金管材,每根加强支架通过螺栓连接的方式固定于该主框架的前后缘的法兰边上。

[0017] 在一实例中,该加强支架与该主框架的侧壁之间留有空隙。

[0018] 在一实例中,该空隙介于8-12mm之间。

[0019] 在一实例中该风扇包容机匣还包括缠绕在该多根加强支架上所形成的包覆该多根加强支架的增强层,该增强层由碳纤维与芳纶纤维混编的树脂基复合材料制成。

[0020] 在一实例中,该增强层的包容区增强层厚度大于非包容区增强层厚度。

[0021] 在一实例中,该增强层的包容区增强层厚度不低于30mm,非包容区增强层厚度介于10-15mm之间。

[0022] 在一实例中,在该增强层的外侧包裹一层保护层。

[0023] 在一实例中,该保护层包括聚氨酯聚合物材料层以及涂敷在该聚氨酯聚合物材料层之上的憎水涂层。

[0024] 根据本发明的另一方面,一种用于制备风扇包容机匣的方法,该风扇包容机匣包围在航空发动机的风扇周围,该方法包括:

[0025] 采用碳纤维树脂基复合材料通过手工铺覆或自动铺带或自动铺丝的工艺完成铺层结构的主框架的成型,该主框架包括筒状的侧壁以及位于侧壁两端的法兰边,该法兰边采用整体翻边工艺一次成型,该主框架的侧壁沿机匣轴向包括包容区和位于该包容区两旁的非包容区;

[0026] 将碳纤维与芳纶纤维进行混合三维编织并与树脂复合以获得包容层;以及

[0027] 将该包容层置于该主框架的侧壁内侧的该包容区以通过二次共固化的方式使该包容层与该主框架连成一体。

[0028] 在一实例中,该主框架的包容区侧壁厚度大于非包容区侧壁厚度。

[0029] 在一实例中,该主框架的侧壁最小厚度不低于20mm,包容区侧壁厚度介于25-35mm之间。

[0030] 在一实例中,编织该包容层的碳纤维与芳纶纤维的体积含量比为2:1。

[0031] 在一实例中,该风扇包容机匣还包括在该主框架的侧壁外侧沿机匣周向均匀地将多根加强支架固定于该主框架的前后缘的法兰边上。

[0032] 在一实例中,该加强支架为钛合金管材,每根加强支架通过螺栓连接的方式固定于该主框架的前后缘的法兰边上。

[0033] 在一实例中,该加强支架与该主框架的侧壁之间留有空隙。

[0034] 在一实例中,该空隙介于8-12mm之间。

[0035] 在一实例中,该方法还包括将碳纤维和芳纶纤维的混编缎纹织物在一定张紧力的控制下慢速、均匀的缠绕在该加强支架上,并与树脂复合以形成增强层。

[0036] 在一实例中,该增强层的包容区增强层厚度大于非包容区增强层厚度。

[0037] 在一实例中,该增强层的包容区增强层厚度不低于30mm,非包容区增强层厚度介于10-15mm之间。

[0038] 在一实例中,缠绕完成后,接口区域采用具有高剪切强度的环氧树脂进行粘接封装。

[0039] 在一实例中,该方法还包括在该增强层的外侧包裹一层保护层。

[0040] 在一实例中,该在该增强层的外侧包裹一层保护层包括在该增强层的外侧缠绕聚氨酯膜层;以及在该聚氨酯膜层上喷涂憎水涂层。

[0041] 在一实例中,缠绕完成后,接口区域采用具有高剪切强度的环氧树脂进行粘接封装。

## 附图说明

[0042] 在结合以下附图阅读本公开的实施例的详细描述之后,能够更好地理解本发明的上述特征和优点。在附图中,各组件不一定是按比例绘制,并且具有类似的相关特性或特征的组件可能具有相同或相近的附图标记。

[0043] 图1示出了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣的示意图;

[0044] 图2示出了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣的剖面示意图;

[0045] 图3示出了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣的沿机匣框架分布的加强块示意图;

[0046] 图4示出了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣的实例剖面示意图;以及

[0047] 图5示出了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣的安装加强支架的示意图。

## 具体实施方式

[0048] 以下结合附图和具体实施例对本发明作详细描述。注意,以下结合附图和具体实施例描述的诸方面仅是示例性的,而不应被理解为对本发明的保护范围进行任何限制。

[0049] 针对风扇包容机匣既要保证足够的刚度,又要保证足够的包容性,同时尽量降低自身重量的要求,本发明提出一种混合结构/材料的航空发动机风扇包容机匣100。图1示出

了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣100的示意图。

[0050] 如图1所示,风扇包容机匣100包围在航空发动机的风扇周围,整体呈筒状。图1中的风扇包容机匣100被截去一部分以示意图2的剖面示意图。

[0051] 图2示出了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣100的经过机匣轴线的剖面的示意图。

[0052] 如图2所示,风扇包容机匣100可包括主框架10。主框架10包括筒状的侧壁11以及位于侧壁两端的两个法兰边12。在主框架10的侧壁沿机匣轴向可分为两种区域,分别是包容区A和位于包容区A两旁的非包容区B和C。

[0053] 在图2所示的实例中,在包容区A,在主框架10的侧壁内侧设有沿机匣周向分布的包容层20,以强化包容效果。由于仅在包容区A设有包容层20,则在强化了包容效果的前提下,尽可能地减轻风扇机匣重量。

[0054] 当然,在其它实例中,也可以在非包容区设置包容层20。

[0055] 在本发明中,主框架10可由碳纤维树脂基复合材料制成,而包容层20可由碳纤维与芳纶纤维混编的树脂基复合材料制成。

[0056] 采用厚度较薄且等厚的碳纤维复材作为主框架,相比金属材料有较大的减重优势。在主框架10的内侧配置由碳纤维和芳纶纤维采用3维编织工艺混编的包容层,该包容层均布在主框架10内侧,充分利用了碳纤维材料强度高、模量高,芳纶材料韧性好的特点,其主要作用是承受冲击载荷,实现包容。

[0057] 相比全复合材料机匣壁厚非均匀分布的特点,该包容层设计提升了其工艺可实现性与可维护性。

[0058] 在具体的实践中,采用高强中模量(如T800)碳纤维增强树脂基复合材料制备风扇机匣的主框架10,该机匣主框架10的侧壁11为风扇包容机匣100的主体部分。为保证机匣主框架的刚度,侧壁11最小厚度不低于20mm,包容区域厚度控制在25-35mm之间。

[0059] 机匣主框架10上的法兰边12上均布有螺栓孔,风扇机匣主框架10的侧壁11与法兰边12采用自动铺丝或自动铺带工艺一次成型。

[0060] 在一实例中,包容层20包括沿机匣周向分布的多个加强块21。作为示例,在机匣主框架10的侧壁内侧,沿机匣周向均匀分布6个加强块21(如图3所示),该加强块21由芳纶纤维与T800纤维混编的混合纤维增强复合材料。该加强块21的作用是对受冲击影响最大的 $\theta$ 角区域进行局部加强。

[0061] 该加强块21采用了芳纶纤维与碳纤维纤维的3维混合编织结构,芳纶纤维与碳纤维的体积含量比为2:1。这样就保证该加强块既有非常高的强度与模量,又具有非常好的韧性,当外物冲击该区域时,可以有效提升机匣的抗外物冲击损伤能力。

[0062] 在一实例中,在主框架10的侧壁外侧沿机匣周向均匀分布多根加强支架30,每根加强支架30沿机匣轴向固定于主框架10的前后缘的法兰边12上。图5示出了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣100的安装加强支架的示意图。

[0063] 如图5所示,在主框架10的侧壁11外侧沿机匣周向均匀分布多根加强支架30,每根加强支架30沿机匣轴向固定于主框架10的前后缘的法兰边12上。

[0064] 在一实例中,在风扇机匣主框架10外层均匀分布8-12根钛合金金属加强支架30。为减轻重量,该钛合金金属加强支架30可为高强钛合金管材。

[0065] 该钛合金金属加强支架30采用螺栓连接的方式固定在风扇机匣主框架10的前后缘法兰边12上。为保证其可维护性与安装性,金属加强支架30与机匣主框架10的侧壁11之间留有8-12mm的空间40。

[0066] 该金属加强支架30不仅可以改善机匣主框架10的整体刚度,还可以在机匣主框架10遭受外物冲击时,有效吸收冲击能量,改善机匣主框架10的应力分布,同时还可以为如图2所示的外侧增强层50(如下所述)提供支撑。

[0067] 如图所示的金属加强支架30与机匣主框架10的侧壁11之间的空间40,可以有效改善风扇包容机匣100的可维修性和可装配性,当所述的外侧增强层50因雨水腐蚀出现损坏的时候,可以方便的对其进行祛除与维修,同时不会因直接与机匣主框架10接触而腐蚀机匣本体。

[0068] 在主框架外侧又沿机匣四周配置了一圈高强钛合金管材作为支撑框架,与带有环形加强筋的金属材料整体机匣相比,配置了高强钛合金支撑架的机匣既可以增加整个主框架的刚性,又可以在主框架承受冲击载荷时有效吸收能量,减小机匣变形,在机匣遭遇冲击载荷时,该钛合金框架可以捕捉到穿透包容层和主框架的飞脱物(特别是金属飞脱物)。

[0069] 如图2所示,风扇包容机匣100还可包括缠绕绕在加强支架30上所形成的包覆这多根加强支架30的外侧的增强层50。增强层50可由碳纤维与芳纶纤维混编的树脂基复合材料制成。

[0070] 在一实例中,加强支架30上可覆盖有10-30mm厚的碳纤维/芳纶纤维混合增强复合材料。该增强层50的厚度分布是不连续的,例如包容区增强层厚度大于非包容区增强层厚度。

[0071] 具体的,风扇机匣非包容区域B、C的外侧增强层50厚度为10-15mm;风扇机匣包容区域A的外侧增强层厚度应不低于30mm。但其实际厚度应根据风扇机匣包容仿真分析或试验结果确定。需要说明的是,对于不同型号的发动机,其包容区域A对应的角度 $\theta$ 是不同的。

[0072] 外侧的增强层50的主要作用是在一旦发生风扇叶片脱落,并击穿机匣主框架10的情况下,进一步捕捉飞出的风扇叶片或残片,以保证发动机和飞机的安全。

[0073] 最后,可在外侧的增强层50的外侧包裹一层聚氨酯聚合物材料,再在该聚氨酯聚合物材料外侧涂覆憎水涂层,上述结构统称为防护层60。该防护层60中憎水涂层的作用是尽量减少雨水与机匣的接触,聚氨酯材料的作用是阻止机匣与雨水的接触,以防止长期服役的情况下,雨水对复合材料的侵蚀。

[0074] 图4示出了根据本发明的一方面的混合结构/材料的航空发动机用的风扇包容机匣的实例剖面示意图。

[0075] 通过在主框架外侧再配置碳纤维与芳纶纤维复合材料加强层,主要起辅助包容作用,因此与芳纶纤维缠绕增强机匣相比,该加强层厚度小,且不需要配置蜂窝结构。为减轻雨水对复合材料的腐蚀,最后在机匣外侧配置一个保护层,并涂覆憎水涂层,尽量减少雨水与机匣的接触。

[0076] 风扇包容机匣100可分别采用碳纤维树脂基复合材料,钛合金、高韧性芳纶等三种材料,通过特定的结构形式分别发挥上述三种材料的特性,实现机匣刚度、包容性能与减重的协调统一,实现包容金属和复材叶片,且重量轻。

[0077] 以下介绍风扇包容机匣的制备方法的实例。



[0078] 步骤1:先按照设计图纸采用手工铺覆或自动铺带或自动铺丝的工艺,完成铺层结构碳纤维复合材料机匣主框架的成型。

[0079] 该机匣主框架的侧壁与法兰边采用整体翻边工艺,一次成型。

[0080] 步骤2:根据机匣尺寸,采用3维混编工艺,将芳纶纤维与碳纤维按照体积含量2:1进行混合三维编织,与高韧性树脂复合后制备获得内侧包容层。

[0081] 步骤3:内侧包容层与机匣主框架可采用二次共固化的方式连接成一个整体。

[0082] 步骤4:可将多根(例如,12根)钛合金管材采用螺栓连接的方式固支与机匣主框架,形成钛合金金属加强支架。

[0083] 安装上加强支架的机匣如图5所示。

[0084] 步骤6:可将碳纤维/芳纶纤维混编缎纹织物在一定张紧力的控制下慢速、均匀的缠绕在钛合金金属加强支架上,并与树脂复合以形成外侧增强层。

[0085] 待缠绕完成后,接口区域采用具有高剪切强度的环氧树脂进行粘接封装。

[0086] 步骤7:采用一定厚度(例如0.2-0.4mm)的聚氨酯膜,在外侧增强层外进行缠绕。

[0087] 待缠绕完成后,在接口区域同样采用具有高剪切强度的环氧树脂进行粘接封装。

[0088] 最后在聚氨酯膜外侧喷涂一层厚度不超过0.5-0.8mm的憎水涂层。

[0089] 尽管为使解释简单化将上述方法图示并描述为一系列动作,但是应理解并领会,这些方法不受动作的次序所限,因为根据一个或多个实施例,一些动作可按不同次序发生和/或与来自本文中图示和描述或本文中未图示和描述但本领域技术人员可以理解的其他动作并发地发生。

[0090] 提供对本公开的先前描述是为使得本领域任何技术人员皆能够制作或使用本公开。对本公开的各种修改对本领域技术人员来说都将是显而易见的,且本文中所定义的普适原理可被应用到其他变体而不会脱离本公开的精神或范围。由此,本公开并非旨在被限定于本文中所描述的示例和设计,而是应被授予与本文中所公开的原理和新颖性特征相一致的最广范围。

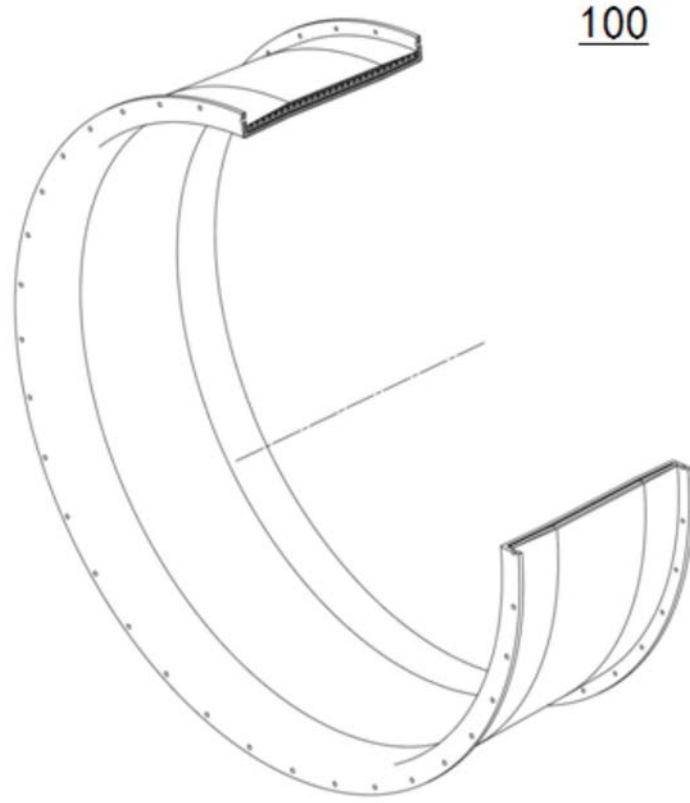


图1

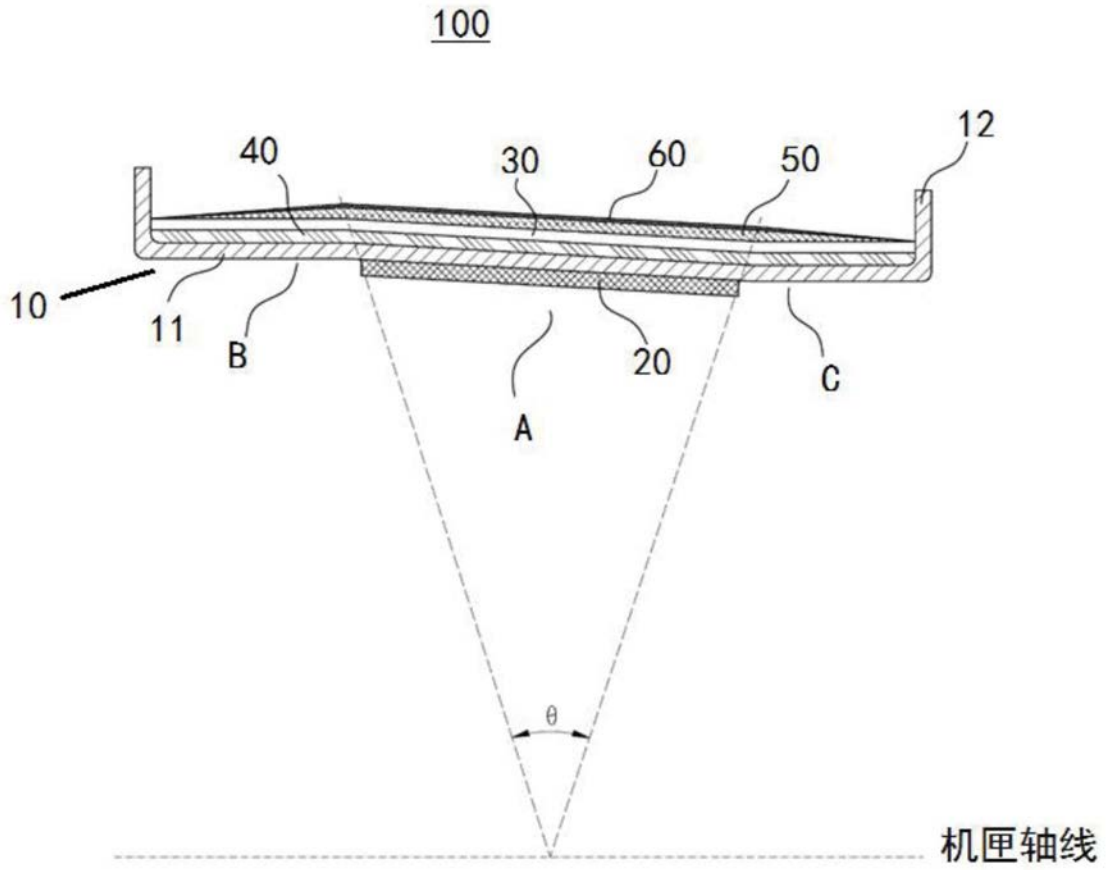


图2

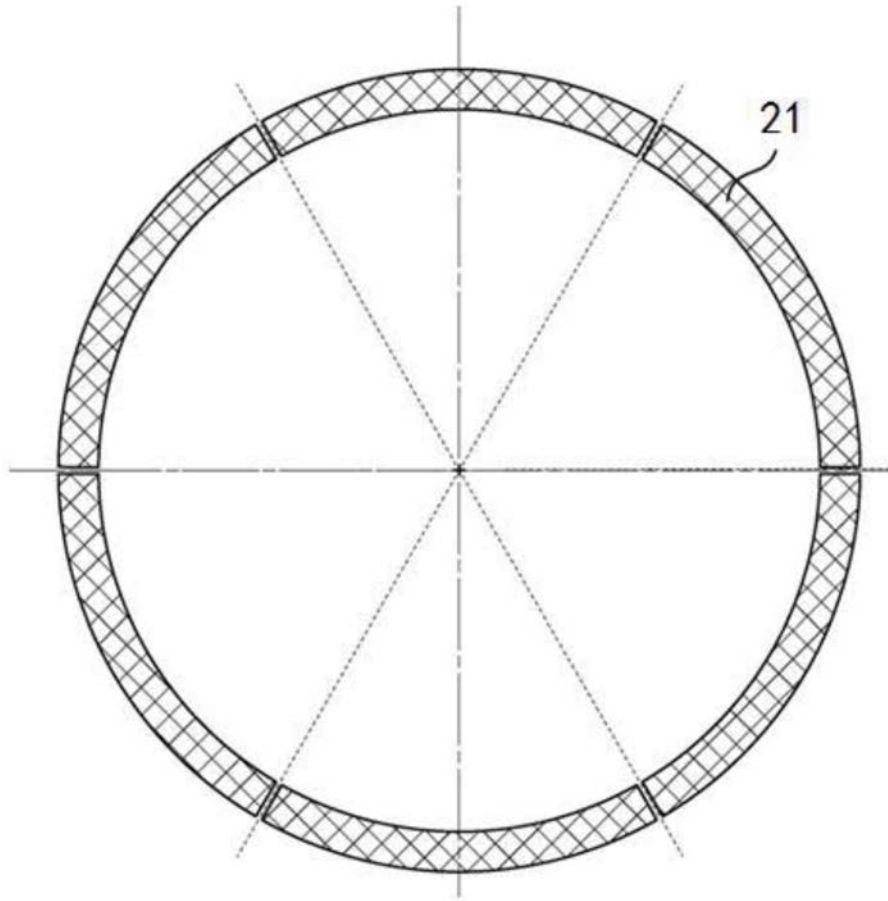


图3

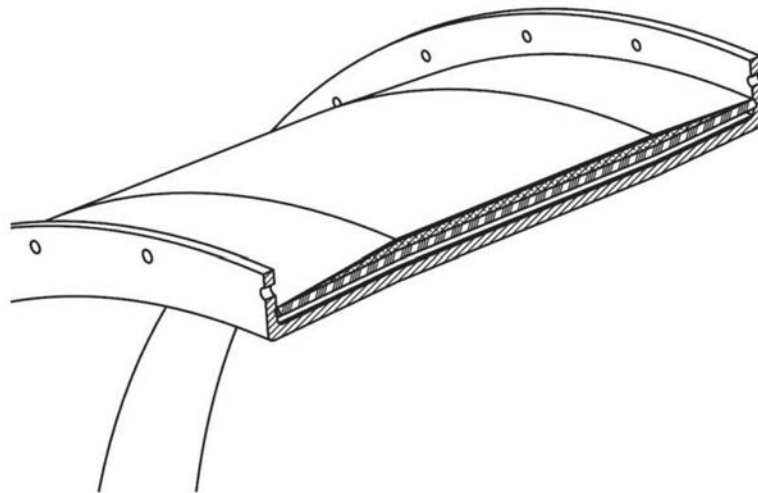


图4

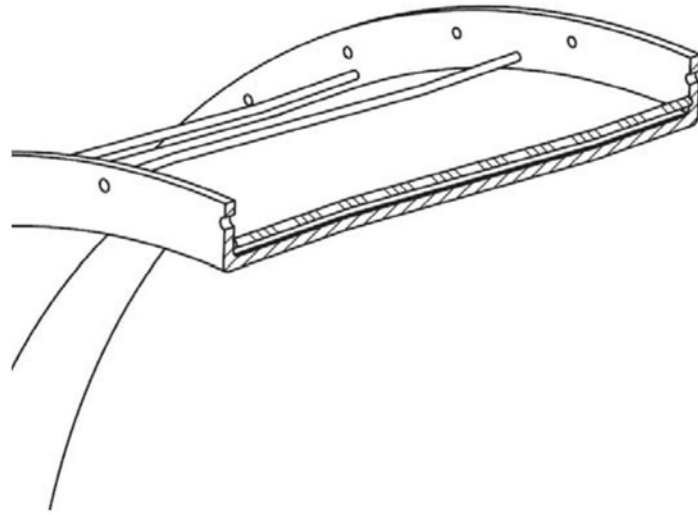


图5