



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114060305 A

(43) 申请公布日 2022. 02. 18

(21) 申请号 202010745776.1

F02C 7/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.29

(71) 申请人 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 罗莉 孔维夷 张璇

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038

代理人 赵剑峰 苏红梅

(51) Int. Cl.

F04D 29/02 (2006.01)

F04D 29/52 (2006.01)

F04D 29/54 (2006.01)

F02C 3/04 (2006.01)

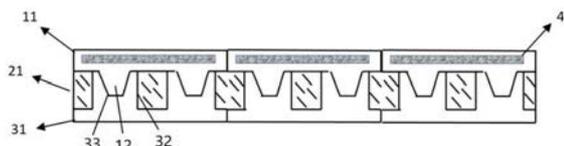
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种风扇包容机匣及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种风扇叶片包容机匣,包括复合材料筒状壁,所述复合材料筒状壁的向外表面层叠有外陶瓷砖,所述复合材料筒状壁的向内表面层叠有内陶瓷砖;所述风扇叶片包容机匣具有以下一项或多项特征:外陶瓷砖的向内表面有一个或多内凸齿,所述向内凸齿穿过所述复合材料筒状壁,并与内陶瓷砖抵触;内陶瓷砖的向外表面有一个或多个向外凸齿,所述向外凸齿穿过所述复合材料筒状壁,并与外陶瓷砖抵触。



1. 一种风扇叶片包容机匣,包括复合材料筒状壁,所述复合材料筒状壁的向外表面层叠有外陶瓷砖,所述复合材料筒状壁的向内表面层叠有内陶瓷砖;

所述风扇叶片包容机匣具有以下一项或多项特征:

-所述外陶瓷砖的向内表面有一个或多个向内凸齿,所述向内凸齿穿过所述复合材料筒状壁,并与内陶瓷砖抵触;

-所述内陶瓷砖的向外表面有一个或多个向外凸齿,所述向外凸齿穿过所述复合材料筒状壁,并与外陶瓷砖抵触。

2. 根据权利要求1所述的包容机匣,其具有以下一项或多项特征:

-外陶瓷砖的向内表面上设置有多个向内凸齿,内陶瓷砖的向外表面设有向外凸齿,内陶瓷砖的向外凸齿穿过复合材料筒状壁,嵌合在至少两个向内凸齿之间,并与外陶瓷砖抵触;

-内陶瓷砖的向外表面上设置有多个向外凸齿,外陶瓷砖的向内表面设有向内凸齿,外陶瓷砖的向内凸齿穿过复合材料筒状壁,嵌合在至少两个向外凸齿之间,并与内陶瓷砖抵触。

3. 根据权利要求1所述的包容机匣,其具有以下一项或多项特征:

-所述外陶瓷砖的向内凸齿上设有第一凹槽,所述内陶瓷砖的向外凸齿穿过所述复合材料筒状壁,嵌合在所述第一凹槽中;

-所述内陶瓷砖的向外凸齿上设有第二凹槽,所述外陶瓷砖的向内凸齿穿过所述复合材料筒状壁,嵌合在所述第二凹槽中。

4. 根据权利要求1所述的包容机匣,其具有以下一项或多项特征:

-所述内陶瓷砖与所述复合材料筒状壁的接触面通过粘结剂粘结;

-所述外陶瓷砖与所述复合材料筒状壁的接触面通过粘结剂粘结;

-所述内陶瓷砖与所述外陶瓷砖的接触面通过粘结剂粘结;

-所述外陶瓷砖、复合材料筒状壁、内陶瓷砖通过销钉叠合固定。

5. 根据权利要求1所述的包容机匣,其具有以下一项或多项特征:

-所述复合材料筒状壁的向外表面铺设多个外陶瓷砖;

-所述复合材料筒状壁的向内表面铺设多个内陶瓷砖。

6. 根据权利要求5所述的包容机匣,其具有以下一项或多项特征:

-所述多个外陶瓷砖彼此对齐拼接或错位拼接;

-所述多个内陶瓷砖彼此对齐拼接或错位拼接。

7. 根据权利要求5所述的包容机匣,其具有以下一项或多项特征:

-多个外陶瓷砖环绕一周地铺设于所述复合材料筒状壁的向外表面,两两相邻;

-多个内陶瓷砖环绕一周地铺设于所述复合材料筒状壁的向内表面,两两相邻。

8. 根据权利要求1所述的包容机匣,其具有以下一项或多项特征:

-所述内陶瓷砖具有吸声材料内芯;

-所述外陶瓷砖具有吸声材料内芯。

9. 根据权利要求1所述的包容机匣,其具有以下一项或多项特征:

-所述外陶瓷砖的向外表面上贴有保护层(例如纤维增强的树脂基复合材料层);

-所述内陶瓷砖的向内表面上贴有保护层(例如纤维增强的树脂基复合材料层)。

10. 根据权利要求1所述的包容机匣,所述复合材料筒状壁的材质为织物增强的树脂基复合材料;

优选地,所述织物增强的树脂基复合材料中含有环氧树脂;

优选地,所述织物增强的树脂基复合材料中含有碳纤维织物;

优选地,所述织物增强的树脂基复合材料中纤维织物的含量为50-60%;

优选地,所述织物增强的树脂基复合材料中树脂的含量为40-50%。

11. 根据权利要求1所述的包容机匣,所述外陶瓷和内陶瓷砖的材质各自独立地选自:碳化硼B₄C陶瓷、氧化铝Al₂O₃陶瓷、碳化硅SiC陶瓷。

一种风扇包容机匣及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及航空技术领域,具体涉及一种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,其具有包围在风扇周围的筒状壁,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] 随着近年来航空发动机的高推重比、轻质化的要求越来越高。新型的航空发动机已经将复合材料应用于产品的部件中。其中质量很轻的树脂基复合材料已经应用于风扇机匣。

[0004] 在发动机运行过程中,巨大的风扇叶片存在叶片脱落的风险,无论是金属风扇叶片,还是复合材料风扇叶片(含有金属加强边)对风扇包容机匣均存在切割风险。

发明内容

[0005] 发明人发现,风扇机匣的尺寸较大,且需要承载安装管路、辅助动力装置(APU)等附加组件,存在容易变形的问题,筒体变形会引发对发动机产生不平衡等风险。

[0006] 本公开提供一种风扇包容机匣,该机匣具有增强的刚度,而且还具有增强的抗冲击和抗切割能力。

[0007] 在一些方面,本公开提供一种风扇叶片包容机匣,包括复合材料筒状壁,复合材料筒状壁的向外表面层叠有外陶瓷砖,复合材料筒状壁的向内表面层叠有内陶瓷砖;

[0008] 风扇叶片包容机匣具有以下一项或多项特征:

[0009] -外陶瓷砖的向内表面有一个或多个向内凸齿,向内凸齿穿过复合材料筒状壁,并与内陶瓷砖抵触;

[0010] -内陶瓷砖的向外表面有一个或多个向外凸齿,向外凸齿穿过复合材料筒状壁,并与外陶瓷砖抵触。

[0011] 在上述方案中,穿过复合材料筒状壁并与另一侧陶瓷砖抵触的向内凸齿和向外凸齿起到了类似“工”字形腹板的作用,有效提高了机匣的抗变形能力。另外,陶瓷材料具有较强的刚度和抗冲击能力,能够有效抵御风扇叶片碎片的冲击,进而增强了风扇包容机匣的抗冲击和抗切割能力。另外,凸齿部位的陶瓷层厚度加大,因此凸齿还能起到阻止裂纹扩展的作用。

[0012] 在一些实施方案中,上述包容机匣具有以下一项或多项特征:

[0013] -外陶瓷砖的向内表面上设置有多个向内凸齿,内陶瓷砖的向外表面设有向外凸齿,内陶瓷砖的向外凸齿穿过复合材料筒状壁,嵌合在至少两个向内凸齿之间,并与外陶瓷砖抵触;

[0014] -内陶瓷砖的向外表面上设置有多个向外凸齿,外陶瓷砖的向内表面设有向内凸齿,外陶瓷砖的向内凸齿穿过复合材料筒状壁,嵌合在至少两个向外凸齿之间,并与内陶瓷

砖抵触。

[0015] 在上述方案中,向内凸齿和向外凸齿彼此形成凹凸嵌合的结构,提高了的结构稳定性,进一步改善了机匣的抗变形能力。

[0016] 在一些实施方案中,包容机匣具有以下一项或多项特征:

[0017] -外陶瓷砖的向内凸齿上设有第一凹槽,内陶瓷砖的向外凸齿穿过复合材料筒状壁,嵌合在第一凹槽中;

[0018] -内陶瓷砖的向外凸齿上设有第二凹槽,外陶瓷砖的向内凸齿穿过复合材料筒状壁,嵌合在第二凹槽中。

[0019] 在上述方案中,向内凸齿和向外凸齿彼此形成凹凸嵌合的结构,提高了的结构稳定性,进一步改善了机匣的抗变形能力。

[0020] 在一些实施方案中,包容机匣具有以下一项或多项特征:

[0021] -内陶瓷砖与复合材料筒状壁的接触面(例如全部接触面)通过粘结剂粘结;

[0022] -外陶瓷砖与复合材料筒状壁的接触面(例如全部接触面)通过粘结剂粘结;

[0023] -内陶瓷砖与外陶瓷砖的接触面(例如全部接触面)通过粘结剂粘结;

[0024] -外陶瓷砖、复合材料筒状壁、内陶瓷砖通过销钉叠合固定。

[0025] 在上述方案中,通过粘结剂粘结/销钉固定的方式,能够确保外陶瓷砖、复合材料筒状壁和内陶瓷砖牢固结合。

[0026] 在一些实施方案中,包容机匣具有以下一项或多项特征:

[0027] -复合材料筒状壁的向外表面铺设有多多个外陶瓷砖;

[0028] -复合材料筒状壁的向内表面铺设有多多个内陶瓷砖。

[0029] 在上述方案中,多个陶瓷砖能够提高风扇包容机匣的可靠性。多个陶瓷砖能够有效避免裂纹延展,一块陶瓷砖出现裂纹不会影响到其他的陶瓷砖。

[0030] 在一些实施方案中,包容机匣具有以下一项或多项特征:

[0031] -多个外陶瓷砖彼此对齐拼接或错位拼接;

[0032] -多个内陶瓷砖彼此对齐拼接或错位拼接。

[0033] 在上述方案中,多个陶瓷砖多个陶瓷砖可根据需要选择对齐拼接或错位拼接的方式。

[0034] 在一些实施方案中,包容机匣具有以下一项或多项特征:

[0035] -多个外陶瓷砖环绕一周地铺设于复合材料筒状壁的向外表面,两两相邻;

[0036] -多个内陶瓷砖环绕一周地铺设于复合材料筒状壁的向内表面,两两相邻。

[0037] 在上述方案中,陶瓷砖环绕一周地对复合材料筒状壁进行加强,有效提高风扇包容机匣的刚度、承载力和抗冲击性。

[0038] 在一些实施方案中,包容机匣具有以下一项或多项特征:

[0039] -内陶瓷砖具有吸声材料内芯;

[0040] -外陶瓷砖具有吸声材料内芯。

[0041] 吸声材料内芯能够有效隔离发动机噪声。

[0042] 在一些实施方案中,外陶瓷砖的向外表面上贴有保护层(例如纤维增强的树脂基复合材料层)。

[0043] 在一些实施方案中,内陶瓷砖的向内表面上贴有保护层(例如纤维增强的树脂基

复合材料层)。

[0044] 在一些实施方案中,一片保护层(例如纤维增强的树脂基复合材料层)覆盖多个内陶瓷砖。

[0045] 在一些实施方案中,一片保护层(例如纤维增强的树脂基复合材料层)覆盖多个外陶瓷砖。

[0046] 在上述方案中,保护层能够防止陶瓷砖从结构中脱落,缓冲冲击,组织裂纹扩展的作用。

[0047] 在一些实施方案中,保护层是纤维增强的树脂基复合材料层。

[0048] 在一些实施方案中,纤维增强的树脂基复合材料层含有纤维,纤维可以为尼龙纤维,芳纶纤维或超高分子量聚乙烯纤维(Ultra-High Molecular Weight Polyethylene, UHMWPE);

[0049] 在一些实施方案中,纤维增强的树脂基复合材料层中的树脂为热固性树脂活热塑性树脂,例如选自环氧树脂、双马树脂、聚酰亚胺树脂、聚醚醚酮中的一种或多种。

[0050] 在一些实施方案中,纤维增强的树脂基复合材料层中的纤维含量为30-65%。

[0051] 在一些实施方案中,纤维增强的树脂基复合材料层的树脂含量为35-70%。

[0052] 在一些实施方案中,复合材料筒状壁的材质为树脂基复合材料。

[0053] 在一些实施方案中,风扇包容机匣的侧壁包括复合材料筒状壁。

[0054] 在一些实施方案中,复合材料筒状壁的材质为织物增强的树脂基复合材料。

[0055] 优选地,织物增强的树脂基复合材料中含有环氧树脂;

[0056] 优选地,织物增强的树脂基复合材料中含有碳纤维织物;

[0057] 优选地,织物增强的树脂基复合材料中纤维织物的含量为50-60%;

[0058] 优选地,织物增强的树脂基复合材料中树脂的含量为40-50%。

[0059] 在一些实施方案中,外陶瓷和内陶瓷砖的材质各自独立地选自:碳化硼B₄C陶瓷、氧化铝Al₂O₃陶瓷、碳化硅SiC陶瓷。

[0060] 在一些实施方案中,外陶瓷和内陶瓷砖的材质是经过增韧处理的陶瓷。所述增韧处理选自颗粒增韧、晶须增韧、相变增韧、纳米增韧中的一种或多种。

[0061] 在一些实施方案中,复合材料筒状壁的弹性模量为40~200GPa。

[0062] 在一些实施方案中,外陶瓷砖或内陶瓷砖的弹性模量为300~500GPa。

[0063] 在一些实施方案中,复合材料筒状壁的厚度为5-40mm。

[0064] 在一些实施方案中,外陶瓷砖的厚度(含凸齿)为2-20mm。

[0065] 在一些实施方案中,内陶瓷砖的厚度(含凸齿)为2-20mm。

[0066] 在一些实施方案中,凸齿的凸起高度为2-20mm。

[0067] 术语说明:

[0068] “向内”是指朝向筒体的腔的方向;

[0069] “向外”是指背向筒体的腔的方向。

[0070] “超高分子量聚乙烯纤维”是指由分子量 $10^6 \sim 10^7$ 的聚乙烯原料制备获得。

[0071] 术语“纤维增强”是指材料内部分散有作为增强相的纤维。

[0072] 术语“纤维织物增强”是指材料内部分散有作为增强相的纤维织物,例如一层或多层二维纤维织物,例如三维纤维织物。

[0073] 术语“环氧树脂”是指任何含有多个(2、3、4、5、6或多于6个)环氧基的单体、二聚、低聚或聚合环氧物质与胺、醇、酚、羧酸及酸酐反应而固化的产物。

[0074] 可以使用诸如“前”、“后”、“顶”和“底”、“上”、“下”、“上方”、“下方”等各种相对术语以促进对各种实施例的描述。相对术语关于结构的常规方位来限定,而不必表示结构在制造或使用时的实际方位。因此,下面的详细描述不应当在限制意义上来理解。如描述和所附权利要求中所使用的,单数形式的“一”、“一个”和“该”包括复数引用,除非上下文另外清楚地指出。

[0075] 含有是指含量为0以上,如10%以上,例如20%以上,例如30%以上,例如40%以上,例如50%以上,例如60%以上,例如70%以上,例如80%以上,例如90%以上,例如100%。当含量为100%时,“含有”的含义相当于“由…构成”。

[0076] 除非特别说明,%是指重量%。

[0077] 有益效果

[0078] 本公开一项或多项技术方案具有以下一项或多项有益效果:

[0079] 1.内陶瓷砖、外陶瓷砖、复合材料筒状壁组合形成风扇机匣结构,具有刚度高、抗变形能力、抗切割、抗冲击的能力。

[0080] 2.内陶瓷砖和外陶瓷砖的凸齿形成“工”字性结构,极大得提高复合材料的抗变形能力。内外陶瓷块的压紧树脂基复合材料,防止树脂基材料分层、防止树脂基材料裂纹的扩展,增强的界面结合。

[0081] 3.带若干孔的复合材料筒状壁和陶瓷层叠粘接,增加粘结面积,提高粘结强度。若干陶瓷块组合形成机匣内层结构,可以消弱叶片脱落时的冲击能量。

[0082] 4.外层陶瓷块填充的吸声材料可以降低发动机运行时的噪音。

[0083] 5.陶瓷块层表面设置有止裂层,保护陶瓷块,受冲击时可以防止陶瓷中裂纹的扩展,防止陶瓷块从结构中剥落。

附图说明

[0084] 图1是一个实施例的一个风扇包容机匣的示意图;

[0085] 图2是一个实施例的风扇包容机匣的侧壁的截面示意图;

[0086] 图3是一个实施例的风扇包容机匣的侧壁的立体示意图;

[0087] 图4是一个实施例的外陶瓷砖的示意图;

[0088] 图5是一个实施例的内陶瓷砖的示意图;

[0089] 图6是一个实施例的树脂基复合材料筒状壁的局部示意图;

[0090] 图7是多个实施例的风扇包容机匣的向内凸齿和向外凸齿相互嵌合的示意图;

[0091] 图8是一个实施例的交错排布的外陶瓷砖的示意图;

[0092] 图9是一个实施例的对齐排布的外陶瓷砖的示意图。

具体实施方式

[0093] 下面将结合实施例对本发明的实施方案进行详细描述,但是本领域技术人员将会理解,下列实施例仅用于说明本发明,而不应视为限定本发明的范围。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用药品或仪器未注明生产厂商者,均为

可以通过市购获得的常规产品。

[0094] 图1是一个风扇包容机匣的示意图。如图1所示,风扇包容机匣1包括环绕一周的侧壁2。该侧壁2包括复合材料筒状壁21,复合材料筒状壁21的向外表面层叠有外陶瓷砖11,复合材料筒状壁的向内表面层叠有内陶瓷砖31。在一些实施例中,外陶瓷砖11、复合材料筒状壁21和内陶瓷砖31通过粘结剂粘结结合,形成复合多层体。在一些实施例中,外陶瓷砖11、复合材料筒状壁21和内陶瓷砖31通过销钉固定叠合,形成复合多层体。

[0095] 进一步,图2是风扇包容机匣的侧壁的截面示意图。图3是风扇包容机匣的侧壁的立体示意图。图4是外陶瓷砖的示意图。图5是内陶瓷砖的示意图。图6是复合材料筒状壁的局部示意图。

[0096] 在一些实施例中,如图2~6所示,外陶瓷砖11的向内表面有多个向内凸齿12,向内凸齿12穿过复合材料筒状壁21与内陶瓷砖31抵触。

[0097] 在一些实施例中,如图2~6所示,内陶瓷砖31的向外表面有多个向外凸齿32,向外凸齿32穿过复合材料筒状壁21与外陶瓷砖11抵触。

[0098] 在上述方案中,如图2~3所示,向内凸齿12和向外凸齿32在此处起到了类似“工”字形腹板的作用,提高了风扇包容机匣的抗变形能力。

[0099] 在一些实施例中,如图2~3所示,向内凸齿12穿过复合材料筒状壁21,并分别与复合材料筒状壁21和内陶瓷砖31通过胶黏剂粘结。

[0100] 在一些实施例中,如图2~3所示,向外凸齿32穿过复合材料筒状壁21,并分别与复合材料筒状壁21和外陶瓷砖11通过胶黏剂粘结。

[0101] 在上述方案中,向内凸齿12(或向外凸齿32)具有增大的粘结面积,该结构有利于防止复合材料筒状壁21发生分层或裂纹扩展,同时有助于增强复合材料筒状壁21与外陶瓷砖11和内陶瓷砖31的三者之间的结合强度。

[0102] 在一些实施例中,外陶瓷砖的向内凸齿上设有第一凹槽,内陶瓷砖的向外凸齿穿过复合材料筒状壁,并嵌合(例如过渡或过盈地嵌合)在所述第一凹槽中。

[0103] 在一些实施例中,如图2~6所示,内陶瓷砖31的向外凸齿32上设有第二凹槽33,外陶瓷砖11的向内凸齿12穿过复合材料筒状壁21,并嵌合(例如过渡或过盈地嵌合)在所述第二凹槽33中。这一结构提高了外陶瓷砖11和内陶瓷砖31之间的连接强度。

[0104] 在一些实施例中,如图2~4所示,外陶瓷砖11具有吸声材料内芯41。吸声材料内芯41可以降低发动机运行时的噪音。

[0105] 在一些实施例中,如图6所示,复合材料筒状壁21上设置有供向内凸齿12或向外凸齿32穿过的孔22。

[0106] 图7是多个实施例的风扇包容机匣的向内凸齿和向外凸齿相互嵌合的示意图。

[0107] 在一些实施例中,如图7所示,内陶瓷砖31的向外表面设有多个向外凸齿32,外陶瓷砖11的向内表面设有向内凸齿12。内陶瓷砖31的多个向外凸齿32彼此之间有间隙,外陶瓷砖11的向内凸齿12穿过复合材料筒状壁21,并嵌合(例如过渡或过盈嵌合)在至少2个向内凸齿12的间隙中。这一结构提高了外陶瓷砖11和内陶瓷砖31之间的连接强度。

[0108] 如图7所示,图7的(a)示出一个圆柱形向内凸齿12嵌合在四个圆柱形向外凸齿32形成的空隙中。图7的(b)示出一个三角柱形向内凸齿12嵌合在三个三角柱形向外凸齿32形成的空隙中。图7的(c)示出一个方柱形向内凸齿12嵌合在四个方柱形向外凸齿32形成的空

隙中。上述嵌合结构有助于提高风扇包容机匣的抗变形能力。

[0109] 在又一些实施例中，外陶瓷砖的向内表面设有多个向内凸齿，内陶瓷砖的向外表面设有多个向外凸齿。外陶瓷砖的多个向内凸齿彼此之间有间隙，内陶瓷砖的向外凸齿穿过复合材料筒状壁，并嵌合（例如过渡或过盈嵌合）在所述间隙中。这一结构提高了内陶瓷砖和外陶瓷砖之间的连接强度。

[0110] 在一些实施例中，凸齿的形状为锥形、圆柱形、三角柱形或方柱形。

[0111] 在一些实施例中，如图8所示，复合材料筒状壁的向外表面铺设有多多个外陶瓷砖11，多个外陶瓷砖11以交错排列的方式铺设。

[0112] 在一些实施例中，如图9所示，复合材料筒状壁的向外表面铺设有多多个外陶瓷砖11，多个外陶瓷砖11以对齐排列的方式铺设。

[0113] 在一些实施例中，胶结剂可以是耐高温的有机胶黏剂或无机胶黏剂。

[0114] 在一些实施例中，内陶瓷砖的向内表面上贴有保护层（例如纤维增强的树脂基复合材料层）。保护层（例如纤维增强的树脂基复合材料层）具有缓冲冲击防止裂纹扩展的作用。

[0115] 尽管本发明的具体实施方式已经得到详细的描述，但本领域技术人员将理解：根据已经公开的所有教导，可以对细节进行各种修改变动，并且这些改变均在本发明的保护范围之内。本发明的全部范围由所附权利要求及其任何等同物给出。

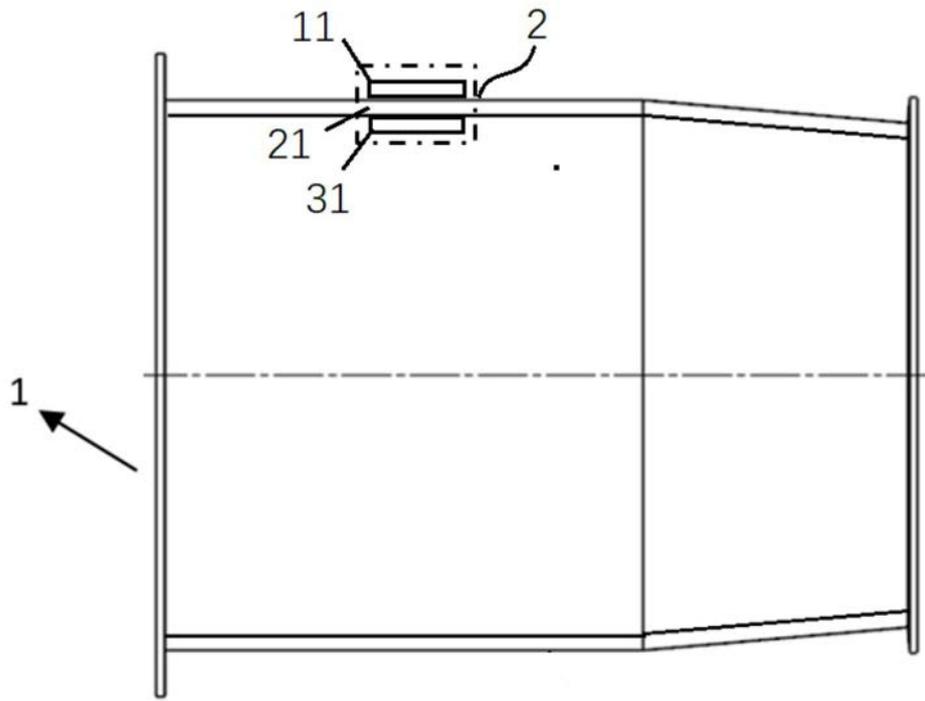


图1

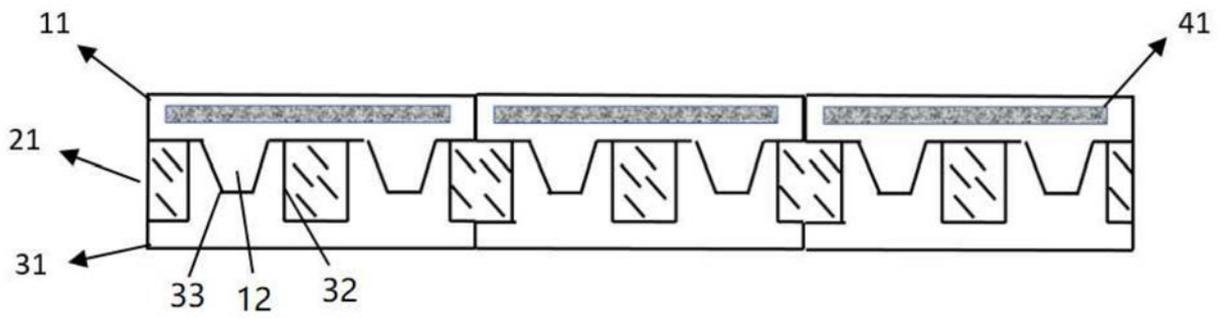


图2

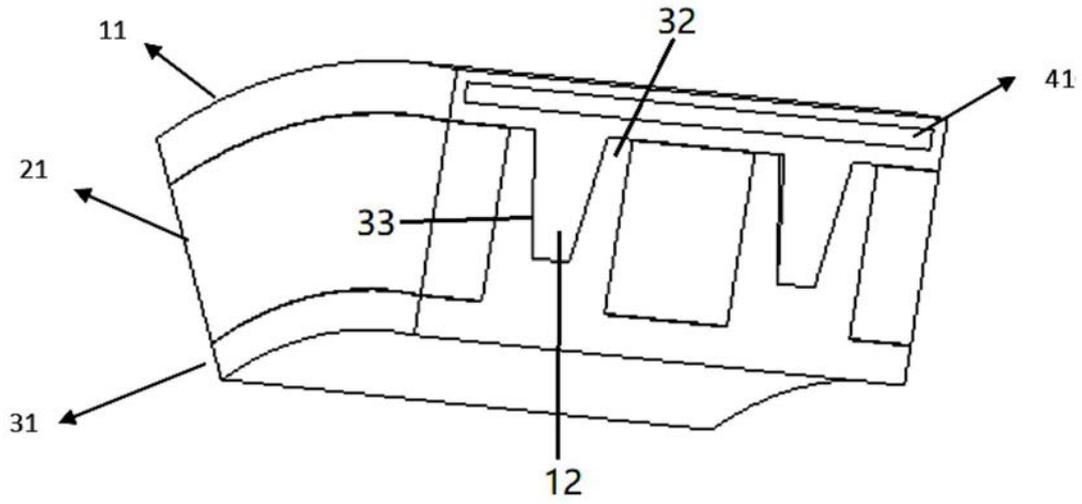


图3

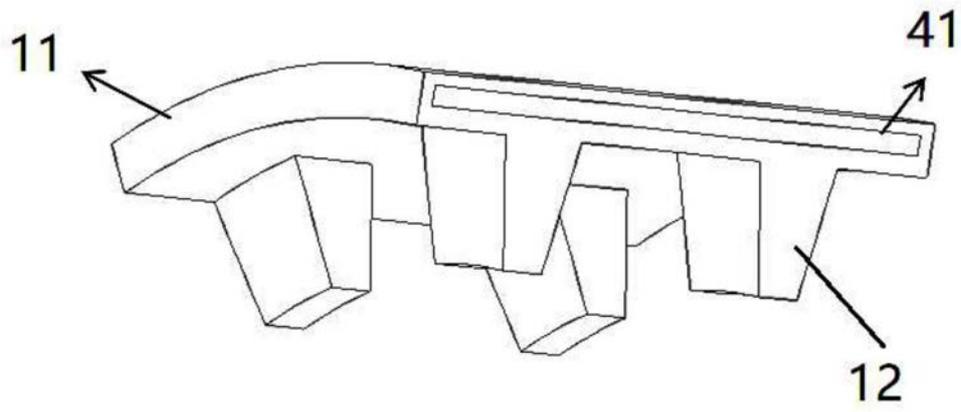


图4

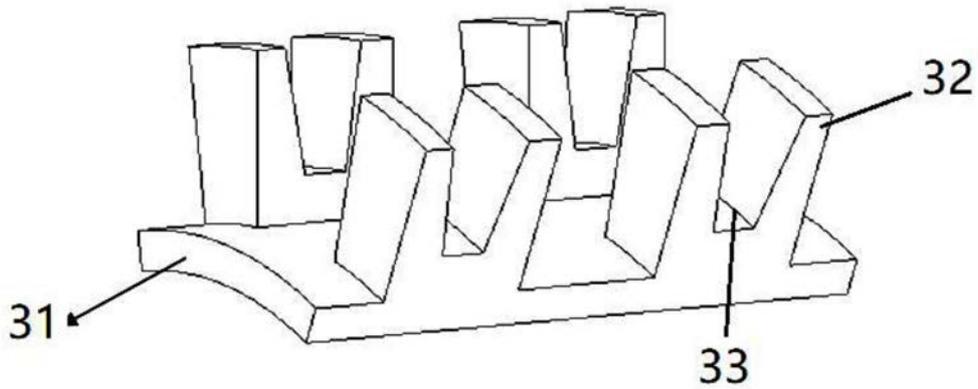


图5

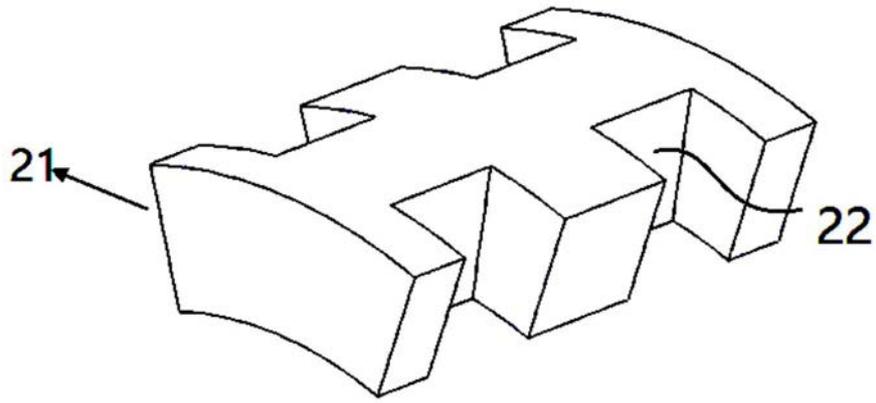


图6

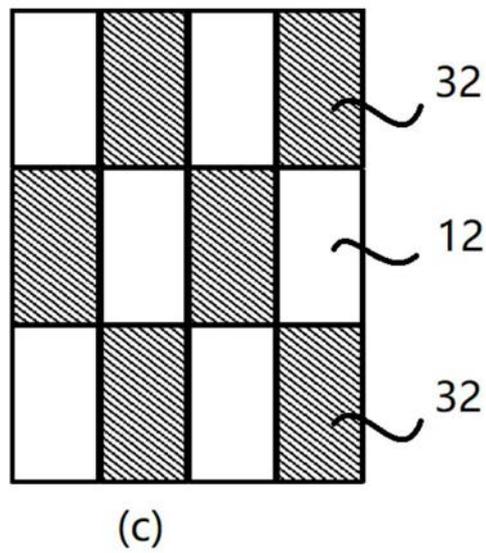
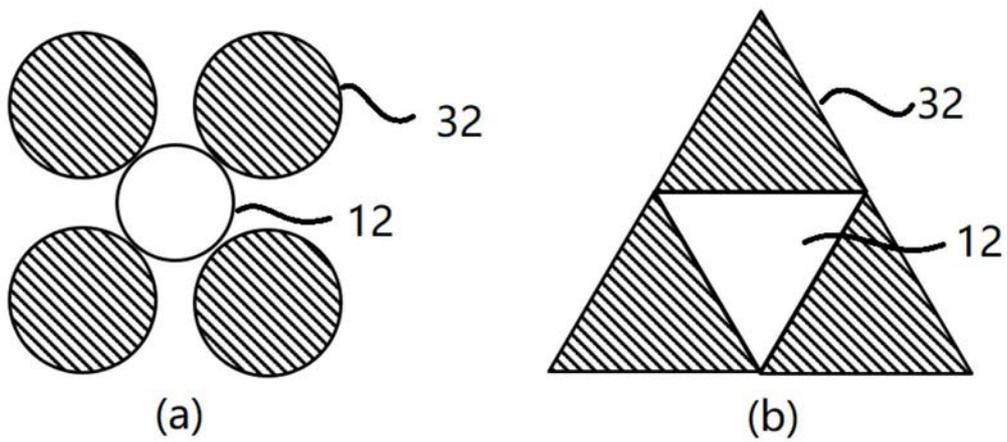


图7

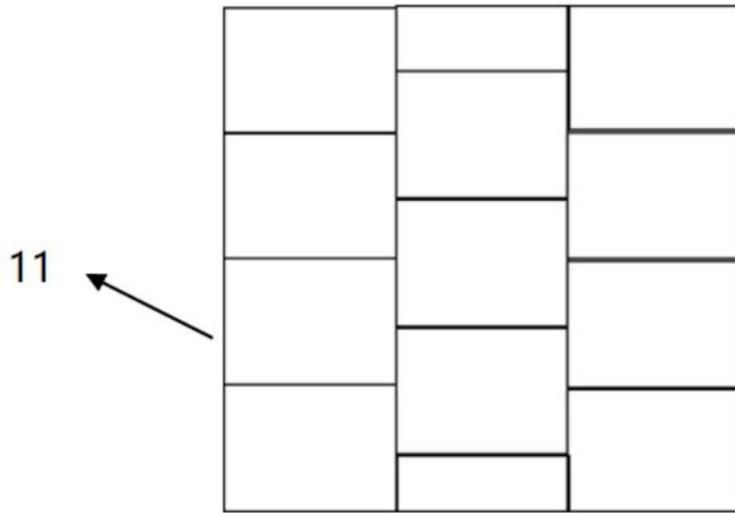


图8

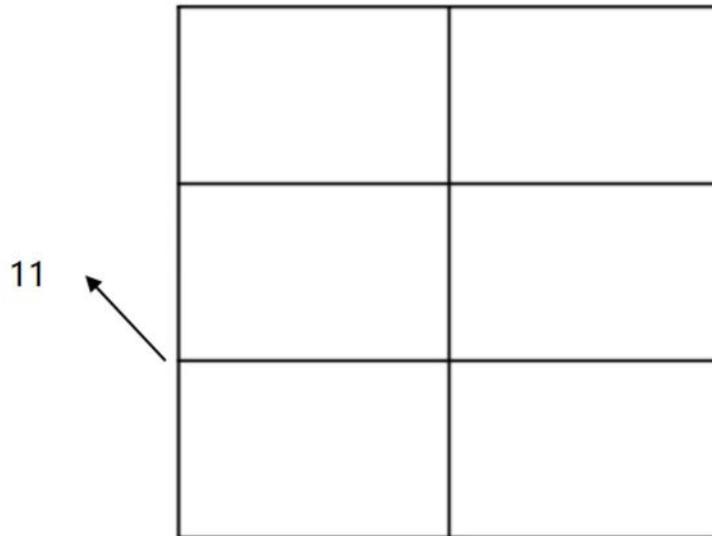


图9