



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106313761 A

(43)申请公布日 2017.01.11

(21)申请号 201610666884.3

B32B 37/10(2006.01)

(22)申请日 2016.08.12

B32B 37/06(2006.01)

(71)申请人 上海卫星工程研究所

地址 200240 上海市闵行区华宁路251号

(72)发明人 顾永坤 杜冬 张娇 李应典

王建炜

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司

公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

B32B 9/00(2006.01)

B32B 3/12(2006.01)

B32B 7/12(2006.01)

B32B 15/04(2006.01)

B32B 37/12(2006.01)

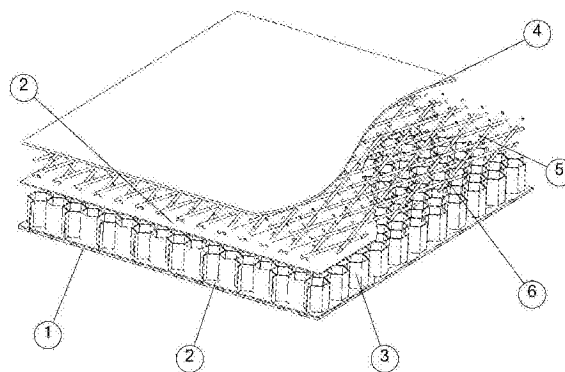
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板

(57)摘要

本发明提供了一种纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,包括上面板、下面板以及蜂窝芯材;其中,所述蜂窝芯材的上端面连接所述上面板,下端面连接所述下面板;所述上面板、所述下面板均包括复合材料基体、复材增强层以及纳米改性剂;所述复材增强层设置在所述复合材料基体的内侧面;所述复合材料基体内分散有纳米改性剂;所述上面板的复材增强层与所述蜂窝芯材的上端面连接;所述下面板的复材增强层与所述蜂窝芯材的下端面连接。本发明提供了一种高阻尼蜂窝夹层板构型,可以满足未来高精度、高分辨率、高稳定性、低振动水平特点的航天器承力结构使用要求。



1. 一种纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,其特征在于,包括上面板、下面板以及蜂窝芯材;

其中,所述蜂窝芯材的上端面连接所述上面板,下端面连接所述下面板;

所述上面板、所述下面板均包括复合材料基体、复材增强层以及纳米改性剂;

所述复材增强层设置在所述复合材料基体的内侧面;所述复合材料基体内分散有纳米改性剂;

所述上面板的复材增强层与所述蜂窝芯材的上端面连接;所述下面板的复材增强层与所述蜂窝芯材的下端面连接。

2. 根据权利要求1所述的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,其特征在于,所述上面板与所述蜂窝芯材的上端面之间、所述下面板与蜂窝芯材的下端面之间通过有机高分子胶粘剂(2)高温胶接并固化。

3. 根据权利要求2所述的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,其特征在于,所述纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板的高度为 $5N\text{mm}$, N 为正整数;所述上面板、所述下面板的厚度为 $0.1\text{mm}\sim 2.0\text{mm}$;

所述有机高分子胶粘剂(2)固化后的高度为 $0.15\text{mm}\sim 0.3\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,其特征在于,所述蜂窝芯材设置有螺纹预埋件;

所述上面板和/或下面板的表面设置有与所述螺纹预埋件相对应的开孔;

所述螺纹预埋件用于通过所述开孔连接仪器单机。

5. 根据权利要求1所述的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,其特征在于,所述上面板、所述下面板采用纳米改性碳纤维复合材料面板(1);所述蜂窝芯材采用铝合金蜂窝芯材(3);

所述复合材料基体为环氧树脂基体(4);所述纳米改性剂为纳米改性粉体(5)、所述复材增强层采用碳纤维增强复合材料制成。

6. 根据权利要求5所述的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,其特征在于,所述纳米改性碳纤维复合材料面板(1)采用如下步骤制成:

步骤S1:在环氧树脂基体(4)中添加固化剂、骨料、填料以及稀释剂;

步骤S2:将纳米改性粉体(5)采用纳米分散工艺与环氧树脂基体(4)混合;

步骤S3:将碳纤维增强复合材料浸渍液态树脂后与所述环氧树脂基体(4)固化。

7. 根据权利要求1所述的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,其特征在于,所述纳米改性粉体(5)的形态为颗粒、纳米管、类石墨烯、纳米或纳米网。

8. 一种纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板的制作方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1:将纳米改性碳纤维增强复合材料面板(1)预先固化成型,实现纳米改性粉体(5)与纳米改性碳纤维增强复合材料面板(1)均匀分散并充分混合;

步骤2:在上面板与蜂窝芯材的上端面之间、下面板与蜂窝芯材的下端面之间铺设 0.15mm 厚的有机高分子胶粘剂(2);

步骤3:上面板、蜂窝芯材、下面板以及有机高分子胶粘剂(2)在高温、高压下共同固化成型。

纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板

技术领域

[0001] 本发明涉及高精度在轨服务平台,具体地,涉及一种纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板。

背景技术

[0002] 未来航天器结构将朝着大型化、轻量化、低振动、低噪声、高承载以及高稳定性等方向发展。这些航天器的显著特点主要包括:在轨服务时间更长、载荷和燃料需求更多、空间环境更为复杂、对振动响应水平和形状精度保持能力要求更高。

[0003] 纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板面向多领域、多任务需求,适应不同的航天器承力结构和有效载荷,有效降低了结构基础的振动响应和噪声水平,大幅提高了仪器设备等有效载荷的指向精度和分辨率水平。

[0004] 随着未来航天器基础结构和先进材料的发展需求日益显现,对航天器舱段结构、有效载荷的振动和噪声水平、形状精度和稳定性提出了更为苛刻的要求。为了满足未来日益凸显的应用需求和使用过程中的技术要求,发明了一种具有特定功能的新型材料制作的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板结构。

[0005] 与国内外目前蜂窝夹层板结构相比,该纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板有以下几个特点:1)采用蜂窝芯材夹层结构,结构重量轻,比常规结构可减重33%左右;2)蜂窝芯材厚度远大于面板厚度,与双侧面板胶接复合后,整体刚性、稳定性好;3)承载能力大,通过纳米粉团改性后的结构强度显著提高,能有效承载1~5吨以上航天器结构;4)材料阻尼损耗因子大于0.3的温度范围较宽,与材料使用或航天器结构工作环境温度适应或一致性较好。

发明内容

[0006] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,包括纳米改性碳纤维复合材料面板和轻质高强蜂窝芯材。纳米改性碳纤维复合材料面板包括复合材料基体、复材增强相以及高阻尼纳米改性剂,其中,高阻尼纳米改性剂将固体结构材料机械振动能量转变为热能,通过纳米尺度突出的表面效应、小尺寸效应和量子限域效应,实现振动或噪声对结构有害能量的耗散。

[0007] 根据本发明提供的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,包括上面板、下面板以及蜂窝芯材;

[0008] 其中,所述蜂窝芯材的上端面连接所述上面板,下端面连接所述下面板;

[0009] 所述上面板、所述下面板均包括复合材料基体、复材增强层以及纳米改性剂;

[0010] 所述复材增强层设置在所述复合材料基体的内侧面;所述复合材料基体内分散有纳米改性剂;

[0011] 所述上面板的复材增强层与所述蜂窝芯材的上端面连接;所述下面板的复材增强层与所述蜂窝芯材的下端面连接。

[0012] 优选地,所述上面板与所述蜂窝芯材的上端面之间、所述下面板与蜂窝芯材的下

端面之间通过有机高分子胶粘剂高温胶接并固化。

[0013] 优选地,所述纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板的高度为 $5N\text{mm}$, N 为正整数;所述上面板、所述下面板的厚度为 $0.1\text{mm}\sim 2.0\text{mm}$;

[0014] 所述有机高分子胶粘剂固化后的高度为 $0.15\text{mm}\sim 0.3\text{mm}$ 。

[0015] 优选地,所述蜂窝芯材设置有螺纹预埋件;

[0016] 所述上面板和/或下面板的表面设置有与所述螺纹预埋件相对应的开孔;

[0017] 所述螺纹预埋件用于通过所述开孔连接仪器单机。

[0018] 优选地,所述上面板、所述下面板采用纳米改性碳纤维复合材料面板;所述蜂窝芯材采用铝合金蜂窝芯材;

[0019] 所述复合材料基体为环氧树脂基体;所述纳米改性剂为纳米改性粉体、所述复材增强层采用碳纤维增强复合材料制成。

[0020] 优选地,所述纳米改性碳纤维复合材料面板采用如下步骤制成:

[0021] 步骤S1:在环氧树脂基体中添加固化剂、骨料、填料以及稀释剂;

[0022] 步骤S2:将纳米改性粉体采用纳米分散工艺与环氧树脂基体混合;

[0023] 步骤S3:将碳纤维增强复合材料浸渍液态树脂后与所述环氧树脂基体固化。

[0024] 优选地,所述纳米改性粉体的形态为颗粒、纳米管、类石墨烯、纳米或纳米网。

[0025] 本发明提供的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板的制作方法,包括如下步骤:

[0026] 步骤1:将纳米改性碳纤维增强复合材料面板预先固化成型,实现纳米改性粉体与纳米改性碳纤维增强复合材料面板均匀分散并充分混合;

[0027] 步骤2:在上面板与蜂窝芯材的上端面之间、下面板与蜂窝芯材的下端面之间铺设 0.15mm 厚的有机高分子胶粘剂;

[0028] 步骤3:上面板、蜂窝芯材、下面板以及有机高分子胶粘剂在高温、高压下共同固化成型。

[0029] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0030] 1、本发明提供了一种高阻尼蜂窝夹层板构型,可以满足未来高精度、高分辨率、高稳定性、低振动水平特点的航天器承力结构使用要求。

[0031] 2、本发明中高阻尼纳米改性剂将固体结构材料机械振动能量转变为热能,通过纳米尺度突出的表面效应、小尺寸效应和量子限域效应,实现振动或噪声对结构有害能量的耗散。

[0032] 3、本发明结构简单,将新材料技术、纳米技术与航天结构技术有机结合。

[0033] 4、本发明中蜂窝芯材结构质量轻、强度和刚度高、振动抑制能力强、结构稳定性好等新特点。

[0034] 5、本发明中纳米改性碳纤维复合材料面板具有较强的拓展性,结构板厚度和尺寸不受型号规格限制,与板面被连接单机或有效载荷的接口丰富,可设计性、适应性强,在满足结构承载功能的同时,通过纳米改性技术,对整板结构振动响应水平、噪音水平进行了有效抑制。

附图说明

[0035] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、

目的和优点将会变得更明显：

[0036] 图1为本发明中固化复合前的纳米改性蜂窝夹层板的结构示意图；

[0037] 图2为本发明中固化复合后的纳米改性蜂窝夹层板的结构示意图；

[0038] 图3为本发明中纳米改性碳纤维复合材料面板的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0040] 在本实施例中,本发明提供的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,包括上面板、下面板以及蜂窝芯材；

[0041] 其中,所述蜂窝芯材的上端面连接所述上面板,下端面连接所述下面板；

[0042] 所述上面板、所述下面板均包括环氧树脂基体4、纳米改性粉体5以及碳纤维增强复合层6；

[0043] 所述纳米改性粉体5设置在所述环氧树脂基体4的内侧面和所述碳纤维增强复合层6之间；

[0044] 所述上面板的碳纤维增强复合层6与所述蜂窝芯材的上端面连接；所述下面板的碳纤维增强复合层6与所述蜂窝芯材的下端面连接。

[0045] 所述上面板与所述蜂窝芯材的上端面之间、所述下面板与蜂窝芯材的下端面之间通过有机高分子胶粘剂2高温胶接并固化。

[0046] 所述纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板的高度为 $5N\text{mm}$, N 为正整数,特定厚度要求可以按照需求进行差异化、异型化灵活设计；所述上面板、所述下面板的厚度为 $0.1\text{mm}\sim 2.0\text{mm}$ ；上面板、下面板采用碳纤维环氧树脂、玻璃纤维环氧树脂复合材料或者铝合金金属材料中的任一种制成。上面板、下面板的表面处理选用增强胶接性能的表面处理方式；碳纤维环氧树脂、玻璃纤维环氧树脂面板的成型主要是计算机控制的缠绕机在模具上按所需要的角度铺层顺序进行缠绕,然后固化成型。

[0047] 所述有机高分子胶粘剂2固化后的高度为 $0.15\text{mm}\sim 0.3\text{mm}$ 。所述有机高分子胶粘剂2起到胶接连接作用,胶接强度、抗剪强度需满足蜂窝夹层板承载要求。

[0048] 蜂窝芯材常用有机高分子胶粘剂2规格型号有：J47B、J47C、J-78B、FM73、Redux312UL等。

[0049] 所述蜂窝芯材设置有螺纹预埋件；所述上面板和/或下面板的表面设置有与所述螺纹预埋件相对应的开孔；所述螺纹预埋件用于通过所述开孔连接仪器单机。

[0050] 所述上面板、所述下面板采用纳米改性碳纤维复合材料面板1；所述蜂窝芯材采用铝合金蜂窝芯材3。根据蜂窝芯材所承受载荷大小、振动量级水平的不同,选取不同的高阻尼纳米改性材料。

[0051] 蜂窝芯材为标准化产品,根据承载力的不同,选用不同规格和型号的蜂窝芯材。产品出厂状态预压为折叠状态,面积按需裁剪并拉伸为正六边形蜂窝网格。

[0052] 蜂窝芯材的材料为铝合金5A02、凯芙拉纸蜂窝(芳纶纤维)或钛合金等。蜂窝芯材

中蜂窝网格单元边长规格为3~8mm,网格单元面片厚度为0.03~0.06mm。因此,选型时依据不同的单元边长和厚度进行排列组合,得到满足刚度、强度需求的蜂窝芯材。

[0053] 蜂窝夹层板结构整体厚度决定了蜂窝芯材的选用高度。蜂窝厚度一般不低于5mm,并按最低厚度的整数倍递增,对于非常用或一般性的使用厚度,则根据设计需求灵活地进行调整或进行适应性修改。

[0054] 所述纳米改性碳纤维复合材料面板1主要由纳米粒子、环氧树脂、固化剂、骨料、填料以及稀释剂构成,以一定的工艺共混、固化成型,具体为采用如下步骤制成:

[0055] 步骤S1:在环氧树脂基体4中添加固化剂、骨料、填料以及稀释剂;

[0056] 步骤S2:将纳米改性粉体5采用纳米分散工艺与环氧树脂基体4混合;

[0057] 步骤S3:将碳纤维增强复合材料6浸渍液态树脂后与所述环氧树脂基体4固化。

[0058] 所述纳米改性碳纤维增强复合材料面板在高温和一定压力条件下固化成型,环氧树脂基体4和纳米改性粉体5结构充分融合并形成立体网状交联,面板内部储能模量、高低温损耗模量提高,体系的振动损耗曲线峰增大并宽化,阻尼性能得到提高,成型的面板缠绕在缠绕机芯轴上,根据蜂窝板设计要求进行切割并展开成平板形状。

[0059] 纯环氧树脂热固化成型后,存在内应力大、质脆、不耐冲击、易开裂等缺陷,将环氧树脂基体以及其它填料或添加物按一定配方比例进行混合,以提高其综合性能。

[0060] 环氧树脂基体4的固化过程通常分为凝胶、部分固化以及完全固经三个阶段。在环氧树脂基体4中的成膜物质由支链型结构体型结构的凝胶过程初期,加入适量改性纳米粉体5并充分混合,通过物理(搅拌、超声波、振荡等)或化学(溶液试剂、催化剂、活化物质等)方法,使纳米粉体在环氧树脂基体4中均匀分散。

[0061] 在制备液态环氧树脂基体4的同时,进行碳纤维增强复合材料6的预制。半成品状态下的碳纤维增强材料为碳纤维束带或碳纤维织布。按照干法制造工艺将碳纤维增强复合材料6预先浸渍环氧树脂基体4,或者在制备过程中浸胶(湿法制造)。

[0062] 改性纳米粉体5和环氧树脂基体4之间的复合性能主要依赖于两者间的氧键作用以及材料结构表面的化学交联密度。伴随着相异材料表面化学键和形成,还存在着原子或分子团表面电荷的转移,从而增加不同材料微观界面间的结合力大小。反映在宏观上,则表现为改性纳米粉团5高度分布到环氧树脂基体4的空隙中;树脂基体的粘度先急剧上升,最后完成弹性化,粘度消失;整体呈现流动性逐渐减弱,体系有一定热量放出。具有活性的分子功能团进一步反应,不断硬化并形成一定的物理化学性能,最终完全固化,形成可以承载投入使用的纳米改性碳纤维复合材料面板1。

[0063] 纳米改性碳纤维复合材料面板的固化过程还应考虑温度、压力因素。纳米改性碳纤维复合材料面板成品制成后可缠绕在缠绕机芯轴上,根据蜂窝板设计要求进行切割并展开成平板状态。

[0064] 所述纳米改性粉体5的形态为颗粒、纳米管、类石墨烯、纳米或纳米网。纳米改性粉体的种类和混合比例直接影响上面板或下面板的阻尼特性和减振效果。

[0065] 本发明提供的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板的制作方法,包括如下步骤:

[0066] 步骤1:将纳米改性碳纤维增强复合材料面板1预先固化成型,实现纳米改性粉体5与纳米改性碳纤维增强复合材料面板1均匀分散并充分混合;

[0067] 步骤2:在上面板与蜂窝芯材的上端面之间、下面板与蜂窝芯材的下端面之间铺设

0.15mm厚的有机高分子胶粘剂2；

[0068] 步骤3:上面板、蜂窝芯材、下面板以及有机高分子胶粘剂2在高温、高压下共同固化成型。

[0069] 本发明提供的纳米改性减振阻尼蜂窝夹层板,满足大型化、轻量化、低振动、高承载、高稳定性在轨服务平台的板式结构使用要求,可以广泛应用于各类低振动、低噪音水平的高低轨卫星及深空探测器、高精度、高分辨率大型遥感卫星、航天器箱板式主结构以及小型有效载荷的仪器设备结构板。

[0070] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

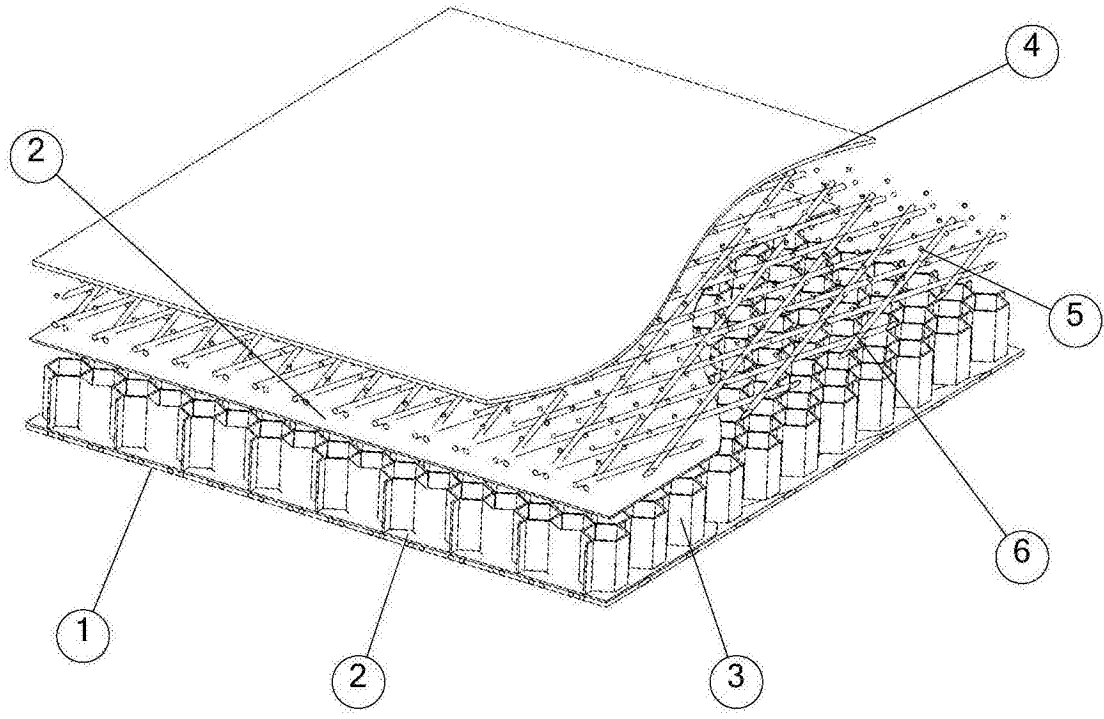


图1

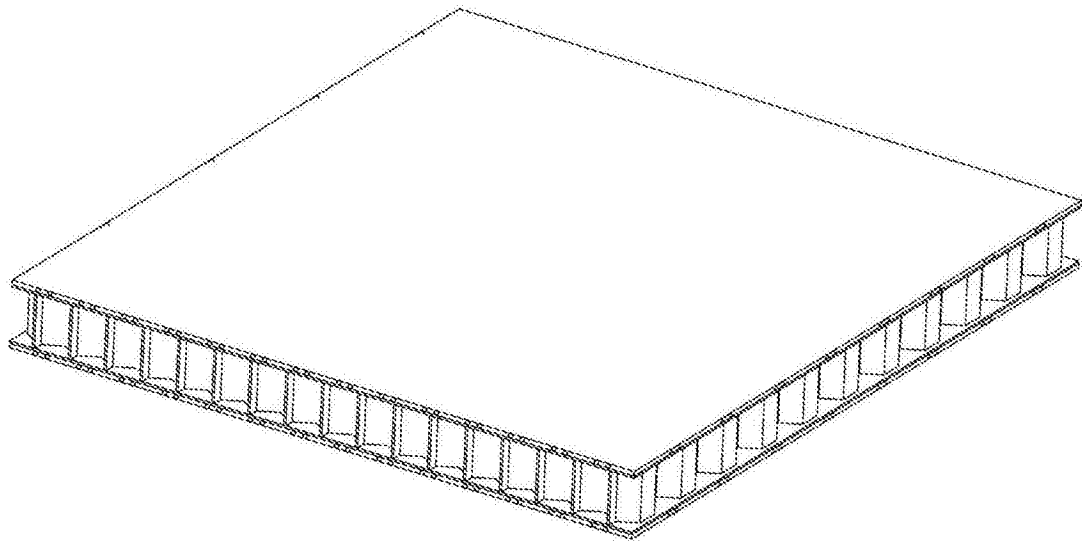


图2

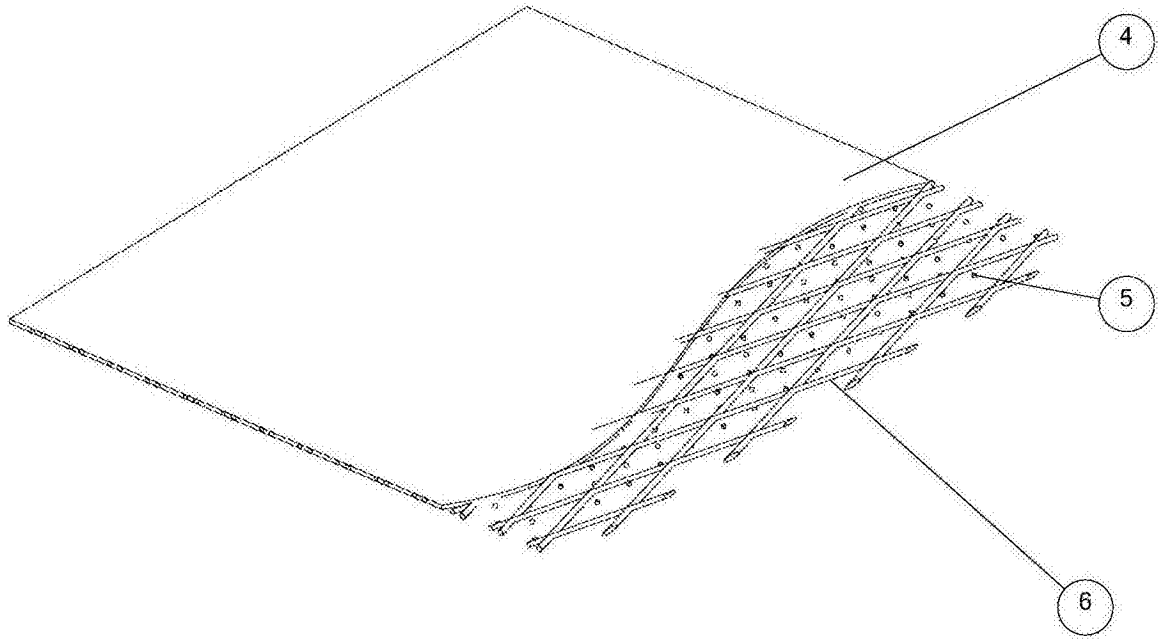


图3