



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112477190 A

(43) 申请公布日 2021.03.12

(21) 申请号 202011060714.3

(22) 申请日 2020.09.30

(71) 申请人 浙江大学

地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 柯映林 李江雄

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 米志鹏

(51) Int. Cl.

B29C 70/34 (2006.01)

B29L 31/30 (2006.01)

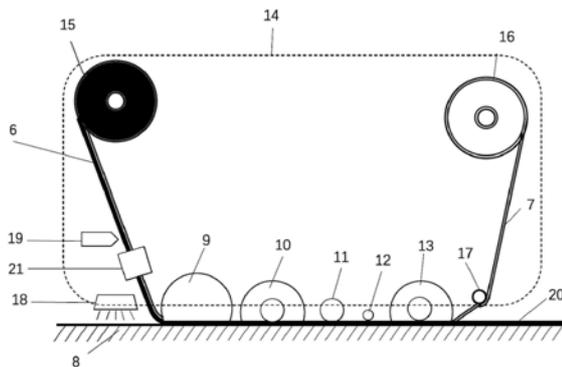
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺

(57) 摘要

本发明公开帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,包括:少层预浸料叠加、压实制备预浸料薄层料片;对预浸料薄层料片进行挤压和弯折,形成帽型长桁预压料片;将帽型长桁预压料片铺放在一体化成型模具中的帽型长桁阴模模具中,使用多重异形压辊分别对帽型长桁帽顶、帽腰、帽缘及R角过渡区域分别进行压实;对压实的帽型长桁进行净边处理;将支撑结构放入帽型长桁内部凹槽,进行蒙皮铺放;在蒙皮铺放完毕后进行固化成型。本发明工艺中,薄层料片多次铺放结合多重压辊进行多次辊压的方式,实现料片与帽型长桁阴模的随型紧密贴合,能够实现帽型长桁R角区纤维不褶皱、料片压实到位,防止帽型长桁R角区纤维屈曲、架桥等情况的发生。



1. 一种帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,包括:
  - (1) 少层预浸料叠加、压实制备预浸料薄层料片;
  - (2) 对预浸料薄层料片进行挤压和弯折,形成帽型长桁预压料片;
  - (3) 将帽型长桁预压料片铺放在一体化成型模具中的帽型长桁阴模模具中,使用多重异形压辊分别对帽型长桁帽顶、帽腰、帽缘及R角过渡区域分别进行压实;
  - (4) 对压实的帽型长桁进行净边处理;
  - (5) 将支撑结构放入帽型长桁内部凹槽,进行蒙皮铺放;
  - (6) 在蒙皮铺放完毕后进行固化成型。
2. 根据权利要求1所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,在步骤(1)中,使用的预浸料不超过8层。
3. 根据权利要求1所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,在步骤(2)中,对预浸料薄层料片进行加热处理。
4. 根据权利要求1所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,在步骤(2)中,利用帽型长桁预成型模具对预浸料薄层料片进行挤压和弯折后预定型,所述帽型长桁预成型模具先进行预热处理。
5. 根据权利要求4所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,所述帽型长桁预成型模具的预热温度在 $50^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$ 。
6. 根据权利要求1所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,所述多重异形压辊包括依次布置的帽顶压实压辊、帽腰压实压辊、帽缘压实压辊、R区压实压辊和整体压实压辊。
7. 根据权利要求1所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,重复步骤(3),直至预浸料达到设定层厚,获得单条帽型长桁预制体。
8. 根据权利要求1所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,在步骤(3)中,对一体化成型模具进行加热处理。
9. 根据权利要求8所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,加热温度为 $50^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$ 。
10. 根据权利要求1所述的帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,其特征在于,所述的支撑结构采用轻质材料,包括气囊、蜂窝或泡沫;  
在步骤(6)中,利用固化盖板覆盖于含帽型长桁的复合材料壁板预成型体上,并在固化盖板与一体化成型模具间布置真空袋并密封,抽真空后进行压实固化。

## 一种帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及航空航天技术领域和复合材料成型工艺技术领域,具体涉及一种帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺。

### 背景技术

[0002] 复合材料长桁是复合材料机身结构的主要支撑构件,通过共胶接或共固化工艺与机身蒙皮连接。由于帽型长桁结构最为稳定,机身长桁中90%以上为帽型。因此如何高质高效地完成帽型长桁复合材料壁板一体化制造是复合材料机身制造的关键。

[0003] 目前,帽型长桁主要有手铺工艺、热隔膜工艺和自动辊压工艺。手铺工艺是将长桁预成型体手铺在阳模工装上,待长桁固化后与蒙皮一起共胶接成型,或者将长桁预成型体转移到机身整体模具上与蒙皮共固化。手工铺贴不需要任何专业自动化装备,可以铺贴形状复杂的异型长桁,但精度不高,质量一致性难以保证,也无法满足复合材料帽型长桁大规模制造的需求。

[0004] 热隔膜工艺是在抽真空的条件下,利用隔膜材料的伸展,带动被加热到一定温度的长桁平面料片中纤维铺层产生层间滑移,对平面料片进行折弯,使平面料片在帽型长桁工装上折弯成帽型长桁的截面,完成帽型长桁热隔膜工艺成型。热隔膜设备具有较高的生产效率,但是在R角区域容易形成架桥和料片弯折,严重影响后期零件固化质量。

[0005] 自动辊压技术是结合自动送料及牵引系统,将组合料片在成型工装加热到设定温度以后,通过设置不同的组合辊轮机构对长桁预成型体进行辊压成型,如公开号为CN 110962367 A和CN 110733190A的专利申请均采用辊压工艺。该技术能连续大批量生产各种长桁,但是由于依旧采用料片翻折方案,R角区域仍难以保证质量,同时此方案也需要模具转移,增加成型步骤,难以保证精度。

### 发明内容

[0006] 为克服现有技术存在的问题,本发明提供一种帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,采用的具体技术方案如下:

[0007] 一种帽型长桁复合材料壁板一体化制造工艺,包括:

[0008] (1) 少层预浸料叠加、压实制备预浸料薄层料片;

[0009] (2) 对预浸料薄层料片进行挤压和弯折,形成帽型长桁预压料片;

[0010] (3) 将帽型长桁预压料片铺放在一体化成型模具中的帽型长桁阴模模具中,使用多重异形压辊分别对帽型长桁帽顶、帽腰、帽缘及R角过渡区域分别进行压实;

[0011] (4) 对压实的帽型长桁进行净边处理;

[0012] (5) 将支撑结构放入帽型长桁内部凹槽,进行蒙皮铺放;

[0013] (6) 在蒙皮铺放完毕后进行固化成型。

[0014] 本发明的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺中,帽型长桁的铺放采用少层预浸料薄层料片,使R角区域更易随形,通过异形压辊进行辊压能够使料片压实到位防止架

桥,一体化成型模具可以使帽型长桁与蒙皮在同一模具上进行铺放,不需要转模,保证精度。

[0015] 以下还提供了若干可选方式,但并不作为对上述总体方案的额外限定,仅仅是进一步的增补或优选,在没有技术或逻辑矛盾的前提下,各可选方式可单独针对上述总体方案进行组合,还可以是多个可选方式之间进行组合。

[0016] 可选的,在步骤(1)中,使用的预浸料不超过8层。即尽量少的预浸料层数或者超薄预浸料进行薄层料片的制作,或者该步骤也可以预浸料制作过程中进行,通过向预浸料生产厂商定制。

[0017] 可选的,在步骤(2)中,对预浸料薄层料片进行加热处理。

[0018] 可选的,在步骤(2)中,利用帽型长桁预成型模具对预浸料薄层料片进行挤压和弯折后预定型,所述帽型长桁预成型模具先进行预热处理。

[0019] 进一步可选的,所述帽型长桁预成型模具的预热温度在50℃~90℃。

[0020] 可选的,所述多重异形压辊包括依次布置的帽顶压实压辊、帽腰压实压辊、帽缘压实压辊、R区压实压辊和整体压实压辊。

[0021] 本申请中,针对帽顶、帽腰、帽缘及R角过渡区域等不同部位,采用异型多重压辊分别进行压实,保证压实效果。其中第一重压辊用于帽顶的压实,第二重压辊用于帽腰压实,第三重用于帽缘压实,第四重用于R角区域压实,第五重用于整体压实。采用多组渐变模具,多次挤压和弯折薄层预浸料,使料片可以缓慢变形,使料片不产生褶皱。

[0022] 可选的,重复步骤(3),直至预浸料达到设定层厚,获得单条帽型长桁预制体。

[0023] 可选的,在步骤(3)中,对一体化成型模具进行加热处理。进一步可选的,加热温度为50℃~90℃。

[0024] 另外,本申请中在完成步骤(3)的压实后,可以将工艺盖板盖于预浸料上方,然后进行预抽,使帽型长桁预制体压实。

[0025] 可选的,所述的支撑结构采用轻质材料,包括气囊、蜂窝或泡沫;该支撑结构根据帽型长桁进行设计,保证蒙皮铺贴面平整,适宜自动铺放。

[0026] 在步骤(6)中,利用固化盖板覆盖于含帽型长桁的复合材料壁板预成型体上,并在固化盖板与一体化成型模具间布置真空袋并密封,抽真空后进行压实固化。

[0027] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0028] 本发明提出的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺中,帽型长桁阴模自动铺放通过薄层料片多次铺放结合多重压辊进行多次辊压的方式,实现料片与帽型长桁阴模的随型紧密贴合,能够实现帽型长桁R角区纤维不褶皱、料片压实到位,防止帽型长桁R角区纤维屈曲、架桥等情况的发生,一体化铺放成型可以使帽型长桁与蒙皮在同一模具上进行铺放,不需要转模,保证精度。

## 附图说明

[0029] 图1是本发明的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺的预浸料薄层料片准备示意图;

[0030] 图2是本发明的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺的自动铺放设备示意图;

[0031] 图3是本发明的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺的多重压辊压实侧视图;

[0032] 图4是本发明的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺的帽型长桁铺放压实过程示意图；

[0033] 图5是本发明的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺的蒙皮铺放压实过程示意图；

[0034] 图6是本发明的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺的一体化固化成型制袋示意图；

[0035] 图7是本发明的帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺的一体化固化成型剖视图。

[0036] 图中：

[0037] 1、单向预浸料卷；2、背衬纸料卷；3、薄层料片料卷；4、单向预浸料带；5、压辊；6、预浸料薄层料片；7、背衬纸；8、帽型长桁阴模；9、帽顶压实压辊；10、帽腰压实压辊；11、帽缘压实压辊；12、R区压实压辊；13、整体压实压辊；14、帽型长桁自动铺放设备；15、薄层料片料卷装载装置；16、背衬纸收集装备；17、导向轮；18、模具预热装置；19、超声裁切刀；20、帽型长桁预制体；21、帽型长桁预成型模具；22、支撑结构；23、蒙皮预制体；24、铺丝机压辊；25、一体化成型模具；26、固化盖板；27、真空袋；28、密封胶带。

### 具体实施方式

[0038] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是，本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施，因此，本发明并不限于下面公开的具体实施例的限制。

[0039] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。

[0040] 本实施例中，帽型长桁复合材料壁板一体化成型工艺的具体步骤如下：

[0041] S1、将少层单向预浸料层层叠加，压实，制备成预浸料薄层料片；

[0042] S2、将所述预浸料薄层料片经过多组帽型长桁预制模具进行挤压弯折，形成帽型长桁预压料片；

[0043] S3、将帽型长桁预压料片铺放在一体化成型模具中的帽型长桁阴模模具中，并利用多重压辊压实；

[0044] S4、重复S1、S2和S3，直至预浸料达到设定层厚，获得单条帽型长桁预制体制备，然后利用相同的方法完成一体化成型模具中所有帽型长桁预制体铺放；

[0045] S5、对帽型长桁预制体进行净边，获取净边界尺寸的帽型长桁预制体；

[0046] S6、在帽型长桁预成型体内部放入支撑结构，利用自动铺放工艺进行蒙皮铺放，完成含帽型长桁的复合材料壁板的一体化铺放工艺；

[0047] S7、将复合材料壁板成型工装放置在固化工艺平台上进行预抽和固化处理，完成帽型长桁复合材料壁板的一体化铺放与成型。

[0048] 结合附图1-7，上述工艺步骤的具体操作过程如下：

[0049] 1、如图1所示，从四卷单向预浸料卷1和一卷背衬纸料卷2一起放置在薄层料片预成型设备上，将四层单向预浸料4和一层背衬纸7拉出，经过压辊5，辊压成预浸料薄层料片

6,并与背衬纸一起收卷于筒芯上形成薄层料片料卷3。

[0050] 2、如图2所示,将薄层料片料卷3放置在薄层料片料卷装载装置15上,将预浸料薄层料片6拉出,经过导向轮15进行背衬纸7分离,背衬纸7被背衬纸手机装置14回收。在铺放过程中,模具预热装置18首先将模具加热至50℃到90℃,预浸料片经过帽型长桁预成型模具21预定型,被铺放在帽型长桁阴模8上,帽型长桁自动铺放设备14向左行进,依次用帽顶压实压辊9、帽腰压实压辊10、帽缘压实压辊11、R区压实压辊12、整体压实压辊13压实铺放在模具上的薄层料片,等铺放到指定位置后,用超声裁切刀19裁断。重新将帽型长桁自动铺放设备14运行到起点,重复以上工作,直至帽型长桁预制体20达到指定厚度。

[0051] 3、具体帽型长桁铺放方式如图3、图4所示,采用多次辊压的方式进行帽型长桁铺放,将预浸料薄层料片6靠近帽型长桁预成型模具21进行弯折,然后顺势放入帽型长桁阴模8上,利用帽顶压实压辊9、帽腰压实压辊10、帽缘压实压辊11分别对帽顶、帽腰、帽缘进行压实,防止褶皱和架桥,然后使用R区压实压辊12对R角区域进行二次压实,利用整体压实压辊13对整体型面进行三次压实,保证压实紧密。

[0052] 4、蒙皮铺放方式如图5所示,将一体化成型模具25上的多组帽型长桁铺放完成后,利用超声切割刀进行长桁净边处理,然后在帽型凹槽内部放置支撑结构22,然后再在模具表面利用铺丝机进行蒙皮铺放处理,并用铺丝机压辊24进行蒙皮压实。

[0053] 5、固化制袋过程如图6、图7所示,将固化盖板26覆于含帽型长桁的复合材料壁板预成型体上(具体包含帽型长桁预制体20、支撑结构22;蒙皮预制体23),然后将真空袋27罩设在固化盖板26的外侧、一体化模具25表面,并通过密封胶带28密封固定在帽型长桁阴模平台上,通过真空袋的真空嘴进行抽真空进行压实并送入固化装置进行固化。

[0054] 以上所述仅为本发明的较佳实施举例,并不用于限制本发明,凡在本发明精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

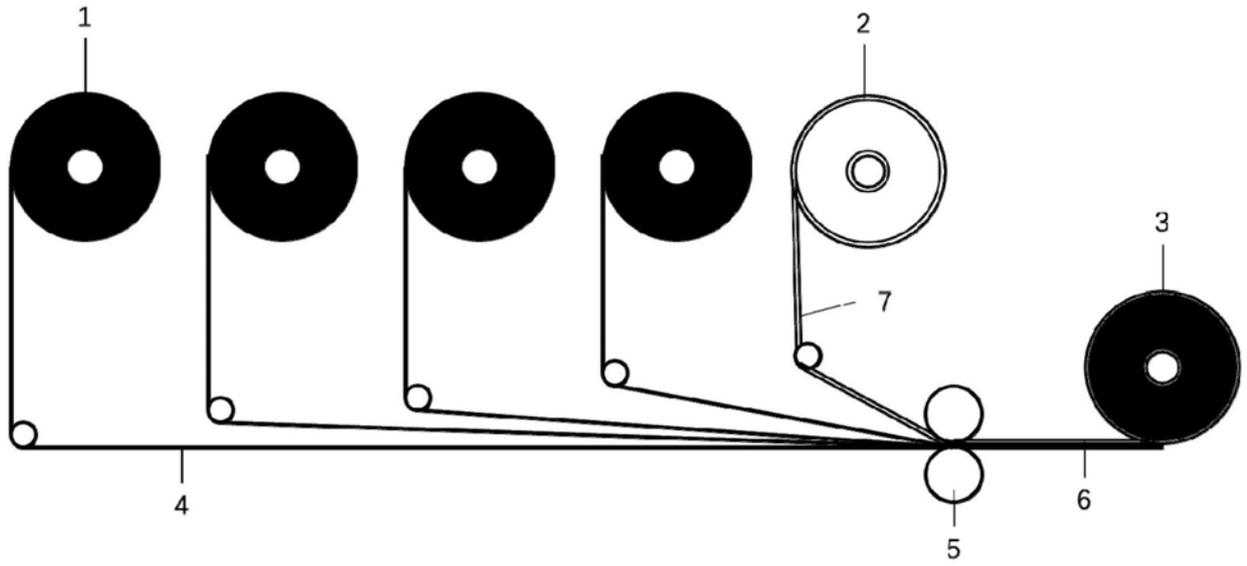


图1

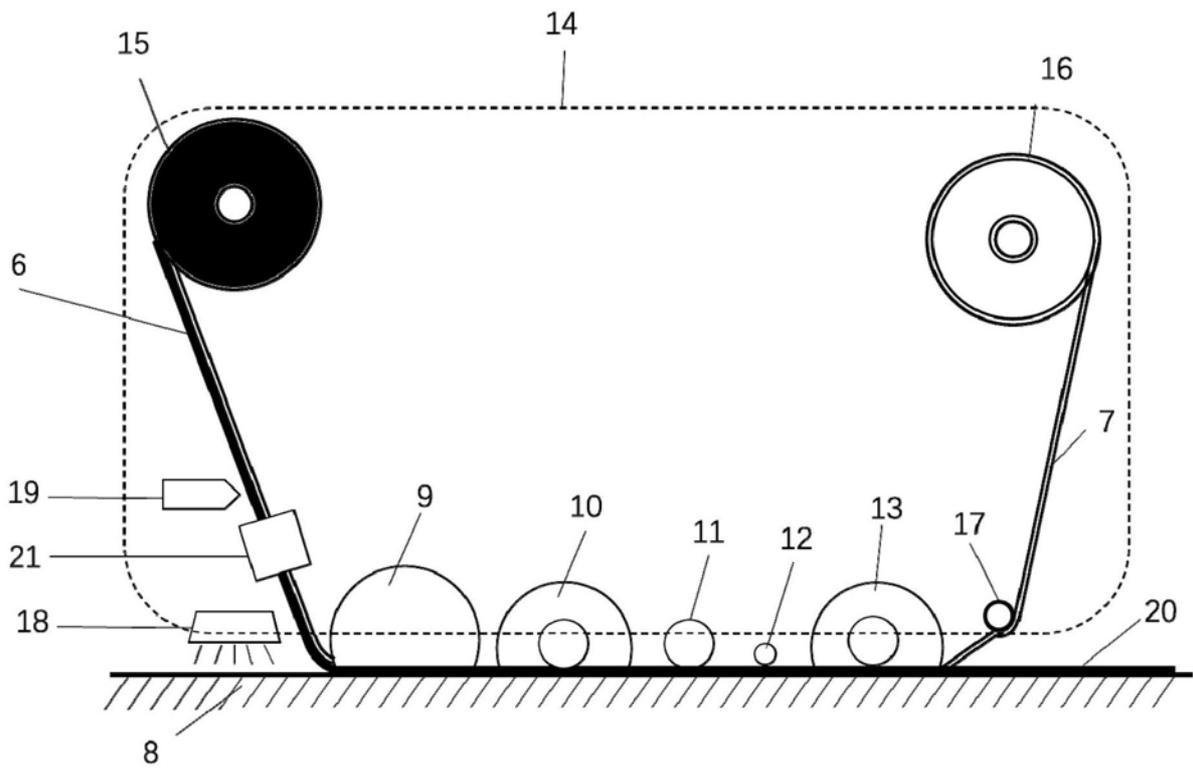


图2

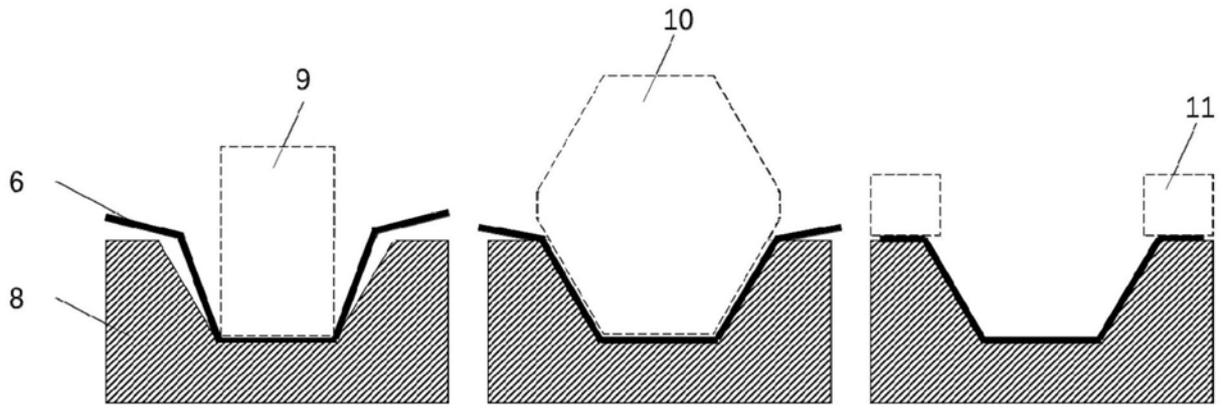


图3

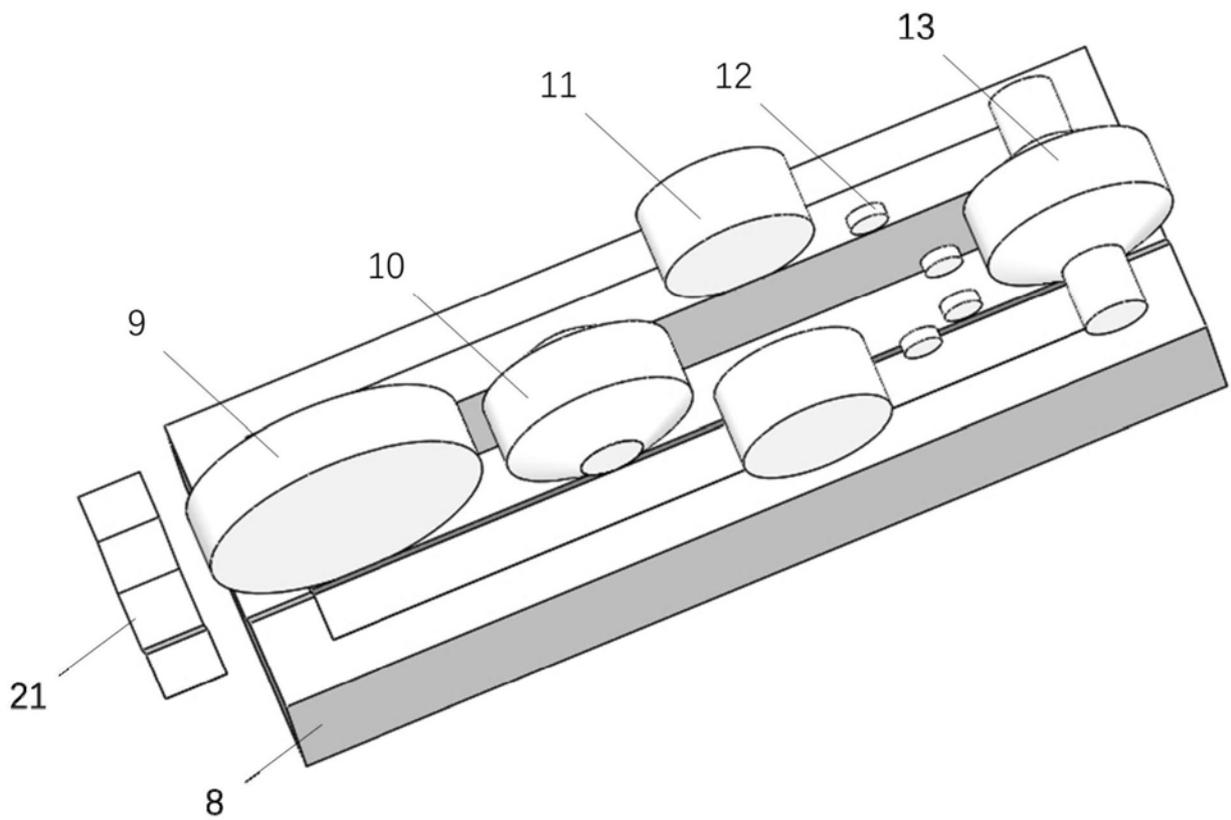


图4

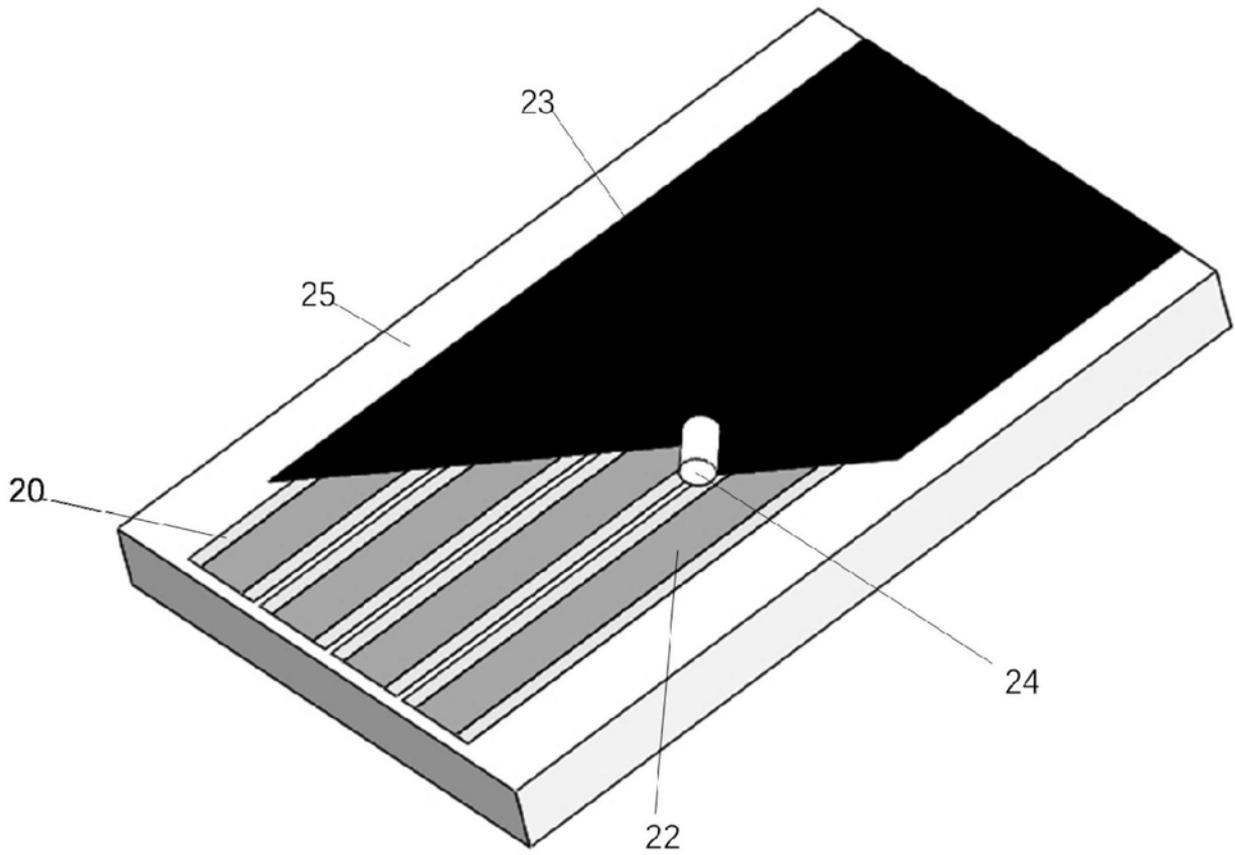


图5

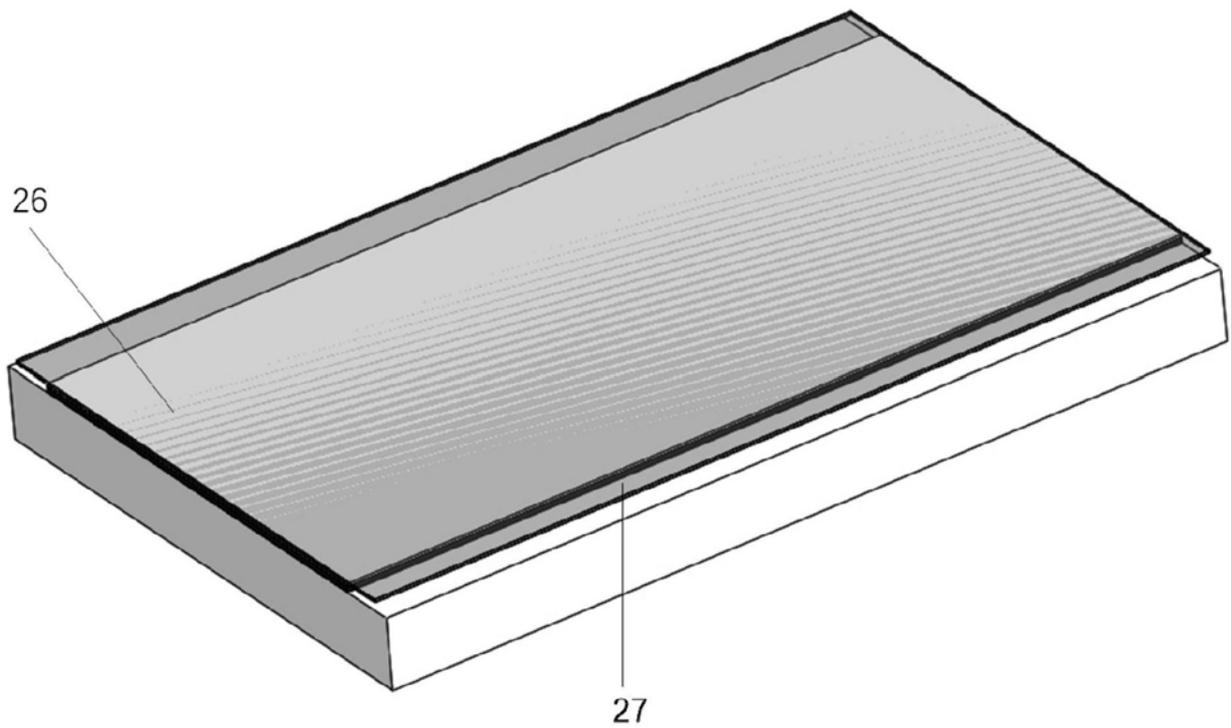


图6

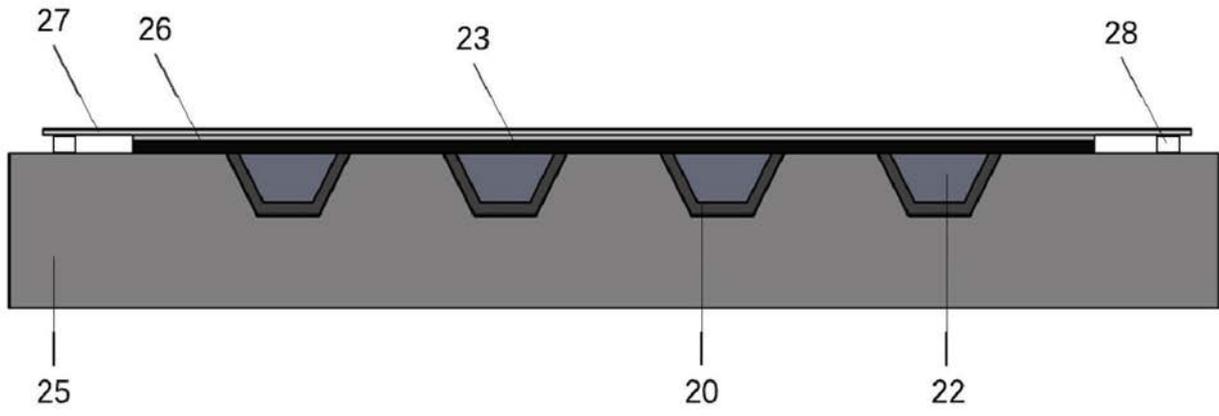


图7