



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110978570 B

(45) 授权公告日 2021.10.19

(21) 申请号 201911291883.5

(22) 申请日 2019.12.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110978570 A

(43) 申请公布日 2020.04.10

(73) 专利权人 航天特种材料及工艺技术研究所
地址 100074 北京市丰台区云岗北里40号
院

(72) 发明人 田智立 张涛 陈磊 井文奇
魏洪峰 李卓达 夏雅男 杜逸飞
刘雷波 张昊

(74) 专利代理机构 北京格允知识产权代理有限公司 11609
代理人 刘晓

(51) Int.Cl.

B29C 70/54 (2006.01)

B29C 33/38 (2006.01)

(56) 对比文件

EP 0335100 A2, 1989.10.04

CN 208881217 U, 2019.05.21

CN 102975376 A, 2013.03.20

审查员 齐宏毅

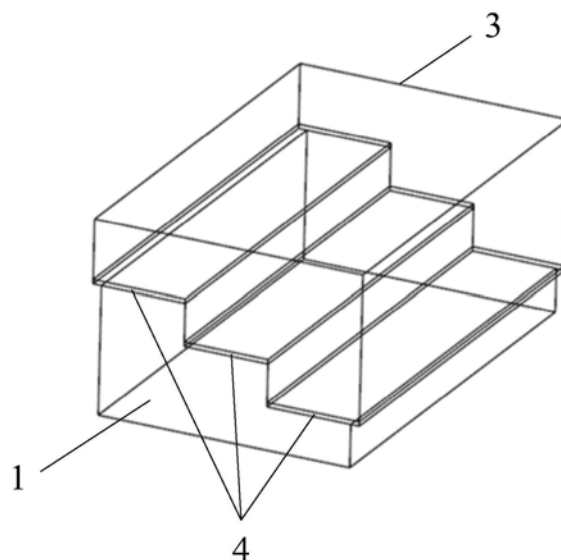
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种复合材料多阶梯平台及其高质量成型方法

(57) 摘要

本发明涉及一种复合材料多阶梯平台及其高质量成型方法。所述方法：提供硬质模具；确定复材阶梯的各台阶的理论厚度，根据各台阶的理论厚度与实际厚度确定压缩量；选择与压缩量匹配的低模量材料作为替换材料，根据低模量材料的厚度与模量的匹配关系，确定低模量材料的厚度；根据等厚度替换原则，确定硬质模具的被替换厚度，对硬质模具进行机加；将对应厚度的低模量材料粘接在机加后的硬质模具上，制得成型模具；在所述成型模具上铺设复合材料后合模，然后经过固化和脱模，得到复合材料多阶梯平台。本发明解决了复合材料制件不同高度阶梯工况下的不均匀加压的问题，相比传统复合材料多阶梯平台硬成型，具有低成本和高成型质量等突出优势。



1. 一种用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具的制造方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

(1) 提供由高模量材料制成的多阶梯硬质模具;

(2) 确定待成型的复合材料多阶梯平台包括的各台阶的理论厚度,根据各台阶的理论厚度与实际厚度确定各台梯的压缩量;所述各台阶的实际厚度为各台阶的理论厚度的110%;

(3) 选择与各台阶的压缩量相匹配的低模量材料作为多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的替换材料,根据低模量材料的厚度与低模量材料的模量的匹配关系,确定低模量材料的厚度;所述低模量材料的厚度与低模量材料的模量的匹配关系为:

$$D = \frac{E\Delta}{\sigma}$$

其中,D为低模量材料的厚度,E为低模量材料的模量, σ 为复合材料固化所需的压力, Δ 为复合材料台阶上的压缩量;

(4) 根据等厚度替换原则,确定多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的被替换厚度,然后对多阶梯硬质模具进行机加去除多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的多余厚度;

(5) 通过结构胶将对应厚度的低模量材料粘接在去除了多余厚度的多阶梯硬质模具上,使得多阶梯硬质模具贴复合材料一侧由高模量材料替换为低模量材料,由此制得用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具。

2. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于:

所述结构胶的厚度不超过0.2mm。

3. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于,所述方法进一步还包括对步骤(5)制得的所述成型模具包括的低模量模具材料贴复合材料面进行光滑处理。

4. 根据权利要求1所述的制造方法,其特征在于:

当所述成型模具用于成型具有复杂工况的复合材料多阶梯平台时,增加低模量材料的厚度至所述成型模具厚度的三分之一。

5. 由权利要求1至4中任一项所述的制造方法制得的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具。

6. 一种复合材料多阶梯平台的成型方法,其特征在于,所述方法为:

在权利要求1至4中任一项所述的制造方法制得的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具上铺设复合材料后合模,然后经过固化和脱模,得到复合材料多阶梯平台。

7. 根据权利要求6所述的成型方法,其特征在于:

在所述成型模具的合模过程中,使得所述成型模具的上模和下模合严,并且在所述成型模具的上模和下模之间的合模缝大小接近0时,用塞尺观测所述成型模具包括的低模量材料的压缩量以保证不同台阶上的低模量材料具有近似相等的压缩量。

8. 由权利要求6或7所述的成型方法成型得到的复合材料多阶梯平台。

一种复合材料多阶梯平台及其高质量成型方法

技术领域

[0001] 本发明属于复合材料多阶梯平台成型技术领域,尤其涉及一种用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具及其制造方法和一种复合材料多阶梯平台及其高质量成型方法。

背景技术

[0002] 多阶梯平台结构是工业制品中典型常见的结构形式。目前,对多阶梯平台成型,通常直接通过硬模具直接成型或通过软膜成型。然而,对于硬模而言,难以保证各阶梯的协同加压,对于软膜无法保证外表面的厚度、轮廓度等尺寸精度。

[0003] 是以,要如何解决上述现有的问题与缺失,即为相关业者所亟待研发的问题所在。

[0004] 因此,非常有必要提供一种新的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具的制造方法以及由此制得的成型模具和一种新的复合材料多阶梯平台的高质量成型方法以及由此成型得到的复合材料多阶梯平台。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中硬模成型复合材料多阶梯平台难以保证各阶梯的协同加压的技术问题,本发明提供了一种用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具及其制造方法和一种复合材料多阶梯平台及其高质量成型方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明在第一方面提供了一种用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具的制造方法,所述方法包括如下步骤:

[0007] (1) 提供由高模量材料制成的多阶梯硬质模具;

[0008] (2) 确定待成型的复合材料多阶梯平台包括的各台阶的理论厚度,根据各台阶的理论厚度与实际厚度确定各台梯的压缩量;

[0009] (3) 选择与各台阶的压缩量相匹配的低模量材料作为多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的替换材料,根据低模量材料的厚度与低模量材料的模量的匹配关系,确定低模量材料的厚度;

[0010] (4) 根据等厚度替换原则,确定多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的被替换厚度,然后对多阶梯硬质模具进行机加去除多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的多余厚度;

[0011] (5) 通过结构胶将对应厚度的低模量材料粘接在去除了多余厚度的多阶梯硬质模具上,使得多阶梯硬质模具贴复合材料一侧由高模量材料替换为低模量材料,由此制得用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具。

[0012] 优选地,所述各台阶的实际厚度为各台阶的理论厚度的110%。

[0013] 优选地,所述低模量材料的厚度与低模量材料的模量的匹配关系为:

$$[0014] \quad D = \frac{E\Delta}{\sigma}$$

[0015] 其中,D为低模量材料的厚度,E为低模量材料的模量, σ 为复合材料固化所需的压

力, Δ 为复合材料台阶上的压缩量。

[0016] 优选地, 所述结构胶的厚度不超过0.2mm。

[0017] 优选地, 所述方法进一步还包括对步骤(5)制得的所述成型模具包括的低模量模具材料贴复合材料面进行光滑处理。

[0018] 优选地, 当所述成型模具用于成型具有复杂工况的复合材料多阶梯平台时, 增加低模量材料的厚度至所述成型模具厚度的三分之一。

[0019] 本发明在第二方面提供了由本发明在第一方面所述的制造方法制得的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具。

[0020] 本发明在第三方面提供了一种复合材料多阶梯平台的高质量成型方法, 所述方法为: 在本发明第一方面所述的制造方法制得的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具上铺设复合材料后合模, 然后经过固化和脱模, 得到复合材料多阶梯平台。

[0021] 优选地, 在所述成型模具的合模过程中, 使得所述成型模具的上模和下模合严, 并且在所述成型模具的上模和下模之间的合模缝大小接近0时, 用塞尺观测所述成型模具包括的低模量材料的压缩量以保证不同台阶上的低模量材料具有近似相等的压缩量。

[0022] 本发明在第四方面提供了由本发明在第三方面所述的高质量成型方法成型得到的复合材料多阶梯平台。

[0023] 本发明与现有技术相比至少具有如下有益效果:

[0024] (1) 本发明提供了一种新的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具及其制造方法, 采用本发明方法制得的所述成型模具成型复合材料多阶梯平台, 可以解决现有硬模成型复合材料多阶梯平台难以保证各阶梯的协同加压的技术问题, 本发明制得的所述成型模具能够将复合材料制件不同高度阶梯工况下的不均匀加压问题, 通过梯度模量材料的压力反应进行缓解; 相比传统采用硬质模具进行复合材料多阶梯平台硬成型, 具有低成本和高成型质量等突出优势。

[0025] (2) 本发明制得的所述成型模具以及本发明中的高质量成型方法可提高复合材料多阶梯平台产品合格率和成型品质, 其关键技术在于: 本发明利用等厚度设计思路, 引入模量梯度模具设计, 保证了不同阶梯加压的均匀性, 实现了多阶梯平台结构的高质量可靠成型。

附图说明

[0026] 图1是采用现有技术中硬质模具进行复合材料多阶梯平台成型时的示意图。

[0027] 图2是采用本发明中的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具进行复合材料多阶梯平台成型时的示意图。

[0028] 图中: 1: 复合材料多阶梯平台; 2: 硬质模具; 3: 用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具; 4: 低模量材料。

具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚, 下面将结合本发明实施例, 对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述。显然, 所描述的实施例是本发明的一部分实施例, 而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例, 本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动

的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0030] 本发明在第一方面提供了一种用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具的制造方法,所述方法包括如下步骤:

[0031] (1) 提供由高模量材料(例如硬质金属材料)制成的多阶梯硬质模具(硬质模具);在本发明中,硬质金属材料例如可以采用P20模具钢(硬质模具钢);

[0032] (2) 确定待成型的复合材料多阶梯平台包括的各台阶(各阶梯)的理论厚度,根据各台阶的理论厚度与实际厚度确定各台梯的压缩量;在本发明中,也将复合材料多阶梯平台记作复材阶梯;

[0033] (3) 选择与各台阶的压缩量相匹配的低模量材料作为多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的替换材料,根据低模量材料的厚度与低模量材料的模量的匹配关系,确定低模量材料的厚度;在本发明中,所述低模量材料例如可选择橡胶等非金属材料或铝等软质金属材料;

[0034] (4) 根据等厚度替换原则,确定多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的被替换厚度,然后对多阶梯硬质模具进行机加去除多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的多余厚度;在本发明中,根据等厚度替换原则,即多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的被替换厚度、需要通过机加去除的多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的多余厚度以及低模量材料的厚度,三者之间具有相等的关系;

[0035] (5) 通过结构胶将对应厚度的低模量材料粘接在去除了多余厚度的多阶梯硬质模具上,使得多阶梯硬质模具贴复合材料一侧由高模量材料替换为低模量材料,由此制得用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具(梯度模量结构成型模具);在本发明中,所述成型模具的低模量材料与高模量材料通过结构胶(例如J-168结构胶)进行可靠连接,最终整体形成模量梯度的成型工装(成型模具);在本发明中,也将高模量材料记作高模量模具材料,也将低模量材料记作低模量模具材料。

[0036] 本发明提供了一种用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具的制造方法,具体包括压力反馈式低模量材料选择、等厚度设计、梯度模量结构成型模具设计与制造等,以满足复合材料多阶梯平台的高质量成型。采用本发明方法制得的所述成型模具成型复合材料多阶梯平台,可以解决现有硬模成型复合材料多阶梯平台难以保证各阶梯的协同加压的技术问题,本发明制得的所述成型模具能够将复合材料制件不同高度阶梯工况下的不均匀加压问题,通过梯度模量材料的压力反应进行缓解;相比传统采用硬质模具进行复合材料多阶梯平台硬成型,具有低成本和高成型质量等突出优势。本发明利用等厚度设计思路,引入模量梯度模具设计制得的所述成型模具可提高复合材料多阶梯平台产品合格率和成型品质,保证了不同阶梯加压的均匀性,实现了多阶梯平台结构的高质量可靠成型。

[0037] 根据一些优选的实施方式,所述各台阶的实际厚度为各台阶的理论厚度的110%。在本发明中,各台阶的实际厚度根据复合材料含预浸料胶量不同而有所不同,通常按各台阶的理论厚度的110%计算。

[0038] 根据一些优选的实施方式,所述低模量材料的厚度与低模量材料的模量的匹配关系为:

[0039]
$$D = \frac{E\Delta}{\sigma}$$

[0040] 其中,D为低模量材料的厚度,E为低模量材料的模量, σ 为复合材料固化所需的压力, Δ 为复合材料台阶上的压缩量(复合材料铺层压缩量)。

[0041] 根据一些优选的实施方式,所述结构胶的厚度不超过0.2mm,如此可以使得结构胶的厚度不会对整体成型模具厚度产生影响,使其不会在固化时影响低模量模具材料的稳定性。

[0042] 根据一些优选的实施方式,所述方法进一步还包括对步骤(5)制得的所述成型模具包括的低模量模具材料贴复合材料面进行光滑处理,以保证复合材料多阶梯平台成型表面质量;在本发明中,例如在必要时候需进行打磨精抛光等工艺过程进行所述光滑处理。

[0043] 根据一些优选的实施方式,当所述成型模具用于成型具有复杂工况的复合材料多阶梯平台时,增加低模量材料的厚度至所述成型模具厚度的三分之一,以消除压力的不均匀性。在本发明中,当所述成型模具用于成型对于合模压力方向不定、大小无法预测的复杂工况(例如,复合材料多阶梯平台出现在非主压力方向)的复合材料多阶梯平台时,应尽量增大低模量模具材料的厚度(例如增大至整个模具厚度的1/3)来消除压力的不均匀性。

[0044] 本发明在第二方面提供了本发明在第一方面所述的制造方法制得的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具。

[0045] 本发明在第三方面提供了一种复合材料多阶梯平台的高质量成型方法,所述方法为:

[0046] 在本发明第一方面所述的制造方法制得的用于复合材料多阶梯平台成型的成型模具上铺设复合材料后合模,然后经过固化和脱模,得到复合材料多阶梯平台。在本发明中,所述复合材料采用现有用于成型多阶梯平台的复合材料即可。

[0047] 本发明提供了一种复合材料多阶梯平台高质量成型方法,解决了多阶梯平台结构的高质量问題,以梯度模量以及等厚度设计思路进行设计制造以获得高质量的多阶梯平台结构产品,具体包括压力反馈式低模量材料选择、等厚度设计、梯度模量结构成型模具设计与制造等。通过本发明方法将复合材料制件不同高度阶梯工况下的不均匀加压问题,通过梯度模量材料的压力反应进行缓解;相比传统复合材料多阶梯平台硬成型,具有低成本和高成型质量等突出优势。本发明的高质量成型方法利用等厚度设计思路,引入模量梯度模具设计,保证了不同阶梯加压的均匀性,实现了多阶梯平台结构的高质量可靠成型,可提高产品的合格率和成型品质。

[0048] 根据一些优选的实施方式,在所述成型模具的合模过程中,用塞尺观测所述成型模具包括的低模量材料的压缩量,以保证不同台阶上的低模量材料具有近似相等的压缩量。

[0049] 根据一些优选的实施方式,在所述成型模具的合模过程中,使得所述成型模具的上模和下模合严,并且在所述成型模具的上模和下模之间的合模缝大小接近0时,用塞尺观测所述成型模具包括的低模量材料的压缩量以保证不同台阶上的低模量材料具有近似相等的压缩量。在本发明中,当所述成型模具整体合模缝接近0时,通过塞尺观测所述成型模具包括的低模量材料的压缩量,根据复材铺层压缩量(复合材料铺层压缩量)与所述成型模具的低模量材料匹配关系,使得不同阶梯上低模量模具材料具有近似相等的压缩量,以保证各阶梯上压力均匀。

[0050] 根据一些具体的实施方式,所述复合材料多阶梯平台的高质量成型方法包括如下

步骤:

[0051] S1、首先,对复合材料多阶梯平台的各阶梯理论铺层厚度(理论厚度)进行确认,依据各阶梯理论厚度与实际厚度,实际厚度根据含预浸料胶量不同而有所不同,通常按理论厚度的110%计算,选择与复材铺层压缩量匹配的低模量模具材料。

[0052] S2、确定低模量模具材料以后,将多阶梯硬质模具贴复合材料一侧按等厚度替换成低模量模具材料(模量相对多阶梯硬质模具采用的高模量模具材料较低的材料);在将多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量模具材料替换成低模量模具材料之前,需要根据低模量材料的厚度与低模量材料的模量的匹配关系,确定低模量模具材料的厚度,并对多阶梯硬质模具进行机加去除多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量模具材料的多余厚度。

[0053] S3、对低模量材料与机加后的多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料通过结构胶进行可靠连接,最终整体形成模量梯度的成型模具,选择的结构胶厚度应较薄(胶厚通常不超过0.2),不对整体厚度产生影响,不应在固化时影响低模量模具材料的稳定性;形成整体模具设计和加工时,低模量模具材料贴复合材料面应进行光滑处理,以保证成型表面质量。

[0054] S4、在步骤S3已形成的成型模具上进行正常铺层工艺,合模过程应注意上下模的合模缝应均匀缩小,直至上下模合严,然后进行固化、脱模,得到复合材料多阶梯平台;在实际操作过程中,应在模具整体合模缝接近0时,对模具低模量材料的压缩量用塞尺观测;根据复材铺层压缩量与模具低模量材料匹配关系,应保证不同阶梯上低模量模具材料应具有近似相等的压缩量,以满足各阶梯上压力均匀性的要求;对于合模压力方向不定、大小无法预测的复杂工况,应尽量增大步骤S2中确定的低模量模具材料的厚度(例如增大至整个模具厚度的1/3)来消除压力的不均匀性。

[0055] 本发明在第四方面提供了由本发明在第三方面所述的高质量成型方法成型得到的复合材料多阶梯平台。

[0056] 下面结合实施例对本发明作进一步说明。这些实施例只是就本发明的优选实施方式举例说明,本发明的保护范围不应解释为仅限于这些实施例。

[0057] 实施例1

[0058] 对于一个高台阶4mm低台阶2mm形成的2mm高的复材阶梯,其高质量成型方法包括的步骤如下:

[0059] ①采用P20模具钢(硬质模具钢)机加硬质模具。

[0060] ②确定复材台阶(复合材料台阶)的压缩量:高台阶为 $4 \times 0.1 = 0.4$,低台阶为 $2 \times 0.1 = 0.2$,高质量成型压力(固化压力)需要1MPa。

[0061] ③确定替换材料为橡胶(低模量材料),其压缩模量为7.8MPa,所述低模量材料的厚度与低模量材料的模量的匹配关系:

$$[0062] \quad D = \frac{E\Delta}{\sigma}$$

[0063] 确定替换橡胶的厚度:高台阶确定为3.12mm,低台阶为1.56mm。

[0064] ④根据等厚度替换原则,确定硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料被替换厚度,对硬质模具进行机加,去除多阶梯硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料的多余厚度,使得硬质模具贴复合材料一侧的高模量材料被替换厚度等于步骤③确定的橡胶低模量材

料的厚度。

[0065] ⑤在步骤④得到的机加后的所述硬质模具贴复合材料一侧上通过J-168结构胶将对应厚度的橡胶粘接牢固,形成完整的成型模具。

[0066] ⑥在已形成的成型模具上进行正常复合材料铺层工艺,合模过程应注意上下模的合模缝应均匀缩小,直至上下模合严,然后进行固化、脱模,得到复材阶梯。

[0067] 本实施例得到的复材阶梯结构表面光滑,无富树脂和贫胶等表面缺陷,同时阶梯厚度控制在 ± 0.1 以内,无损质量良好。

[0068] 最后说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细说明,本领域普通技术人员应当理解:其依然可以对各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

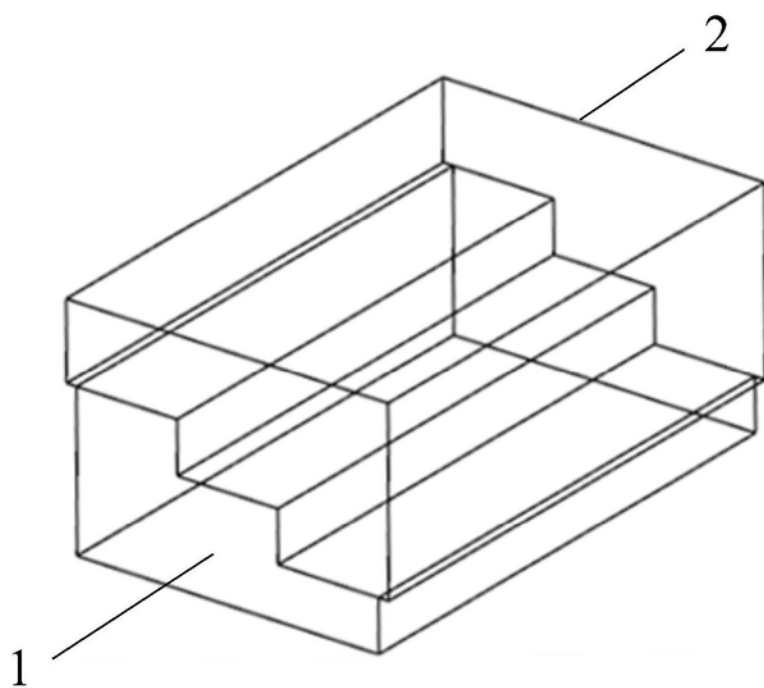


图1

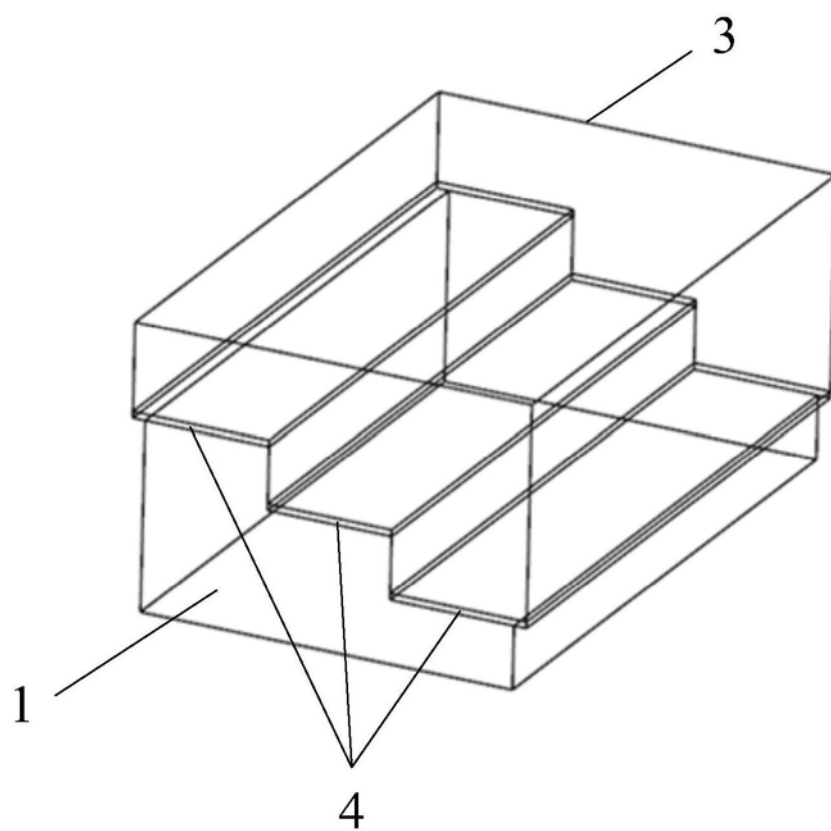


图2