



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106274015 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(21)申请号 201610472096.0

(22)申请日 2016.06.24

(30)优先权数据

102015110193.9 2015.06.24 DE

(71)申请人 空中客车运作有限责任公司

地址 德国汉堡

(72)发明人 诺伯特·赫尔奇 皮特·林德

(74)专利代理机构 上海和跃知识产权代理事务
所(普通合伙) 31239

代理人 胡艳

(51)Int.Cl.

B32B 38/00(2006.01)

B29C 65/02(2006.01)

B29L 31/30(2006.01)

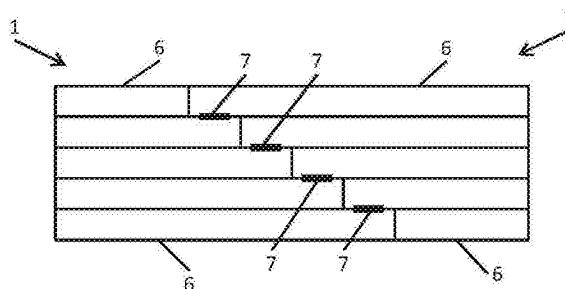
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

热塑性多层复合材料的两个组件的焊接连接方法

(57)摘要

本发明涉及一种将多层的热塑性层复合材料制成第一组件和第二组件焊接在一起的方法。沿着第一或第二纵向边缘并借助激光束切除第一组件和第二组件的层复合材料,以便形成具有多个阶梯的第一或第二阶梯结构。每个阶梯通过第一或第二组件的层复合材料的一个或多个层形成,并且具有平行于层延伸方向的表面段节和横交于层延伸方向的端部段节。第一和第二组件按照各自的阶梯结构被布置在紧靠位置上,在该位置,第一阶梯结构的各阶梯的表面段节或者第一阶梯结构的连续阶梯的表面段节分别紧靠第二阶梯结构的一个阶梯的表面段节。第一和第二组件被布置在紧靠位置上,然后将第一和第二阶梯结构的阶梯紧靠的表面段节焊接在一起,从而将两个组件焊接在一起。



1. 一种用于对热塑性层复合材料制成带有多层(3)的第一组件(1)和热塑性层复合材料制成带有多层(3)的第二组件(2)进行焊接连接的方法,其中包括如下步骤:

沿着所述第一组件(1)的第一纵向边缘(23)并借助激光束切除所述第一组件(1)的层复合材料,从而在第一纵向边缘(23)上形成具有多个阶梯(5)的第一阶梯结构(4),所述第一阶梯结构(4)的每个阶梯(5)通过所述第一组件(1)的所述层复合材料的一个或多个层(3)形成,并且具有平行于所述层(3)延伸方向的表面段节(3a)和横交于所述层(3)延伸方向的端部段节(3c),

沿着所述第二组件(2)的第二纵向边缘(23)并借助激光束切除所述第二组件(2)的层复合材料,从而在第二纵向边缘(23)上形成具有多个阶梯(5)的第二阶梯结构(4),其中

所述第二阶梯结构(4)的每个阶梯(5)通过所述第二组件(2)的所述层复合材料的另外一个层或另外多个层(3)形成,并且具有平行于所述层(3)延伸方向的表面段节(3b)和横交于所述层(3)延伸方向的端部段节(3c),并且

所述第一组件(1)和所述第二组件(2)能够将各自的阶梯结构(4)设置在紧靠的位置上,在这个位置上,所述第一阶梯结构(4)的每个阶梯(5)的表面段节(3a)或者所述第一阶梯结构(4)的连续阶梯(5)的表面段节(3a)分别紧贴所述第二阶梯结构(4)的一个阶梯(5)的表面段节(3b),

将所述第一组件(1)和所述第二组件(2)放置在所述紧靠位置上,并且

然后将所述第一和所述第二阶梯结构(4)的阶梯(5)上的所述紧靠的表面段节(3a、3b)焊接在一起,以焊接所述第一组件(1)和所述第二组件(2)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一和/或所述第二阶梯结构(4)的构成方式为:每个阶梯(5)正好由相应阶梯结构(4)的层(3)上的另一个形成。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述第一组件(1)和所述第二组件(2)具有相同的层(3)数。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述第一和所述第二阶梯结构(4)的构成和所述紧靠位置的选择方式如下:在所述紧靠位置上第一组件(1)的每个层(3)与第二组件(2)的另一个层(3)的高度相同。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述第一和所述第二阶梯结构(4)的构成和所述紧靠位置的选择方式如下:在所述紧靠位置上所述两个组件(1,2)放置成错开一个层(3)。

6. 根据上述任一权利要求所述的方法,其特征在于,所述第一和所述第二阶梯结构(4)的构成方式为:在所述紧靠位置上所述第一阶梯结构(4)的阶梯(5)至少一部分的端部段节(3c)紧靠所述第二阶梯结构(4)的阶梯(5)的端部段节(3c)。

7. 根据上述任一权利要求所述的方法,其特征在于,在形成所述第一阶梯结构(4)和所述第二阶梯结构(4)之后,对所述第一阶梯结构(4)和所述第二阶梯结构(4)的阶梯(5)的所述表面段节(3a、3b)进行处理,以降低表面粗糙度。

8. 根据上述任一权利要求所述的方法,其特征在于,可以借助激光焊接、超声波焊接,感应焊接和/或电阻焊接方式来完成焊接。

9. 根据上述任一权利要求所述的方法,其特征在于,将所述第一组件(1)和所述第二组件(2)放置在所述紧靠位置上,步骤如下:

所述第一组件(1)和所述第二组件(2)被彼此间隔地放置在支撑装置(22)上,从而使所述第一阶梯结构(4)和所述第二阶梯结构(4)彼此面对,

然后使所述第一组件(1)和所述第二组件(2)朝向彼此移动,其中所述支撑装置(22)构造成为其将所述第一组件(1)和所述第二组件(2)引导到所述紧靠位置。

10.根据上述任一权利要求所述的方法,其特征在于,所述第一组件(1)和所述第二组件(2)均为飞机的结构部件。

热塑性多层复合材料的两个组件的焊接连接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及将热塑性层或层叠复合材料制成的第一组件和热塑性层或层叠复合材料制成的第二组件进行焊接连接的方法。

背景技术

[0002] 为了连接层复合材料组件,例如飞机的结构组件,目前已有多种不同的技术方法,例如,尤其包括铆接、粘接和焊接。铆接成本相当高,并且使用铆钉会增加总重量。此外,还必须始终确保铆钉钻孔的周围不会形成应力集中。粘接成本也很高,因为需要对粘接表面进行特殊处理。而借助搭接接头的焊接则简单、可靠。但是,这会导致连接组件结合面上有相当大的阶梯,而且焊接只能在组件两个相对的外层之间进行。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于,为热塑性层或层叠复合材料的两个组件的焊接连接提供一种简单、快速且低成本的方法,同时还要保证连接的高强度。

[0004] 根据本发明,为了将一个具有多个叠加起来的层的热塑性层或层叠复合材料组件与另一个同样具有多个叠加起来的层的热塑性层或层叠复合材料组件焊连在一起,首先应在每个组件上形成一个阶梯或阶梯状结构。为此,应沿着第一组件的第一纵向边缘或者在第一端部段节中,借助激光束切除第一组件的层复合材料,从而在第一纵向边缘上或者第一端部段节中形成具有多个阶梯的第一阶梯结构。另外,还要沿着第二组件的第二纵向边缘或者在第二端部段节中,借助激光束切除第二组件的层复合材料,从而在第二纵向边缘上或者第二端部段节中形成具有多个阶梯的第二阶梯结构。切除操作可通过激光蒸发或激光消融进行,两个组件的激光束可通过相同的激光装置或者不同的激光装置产生。纵向边缘通常是组件的边缘,它们横交于或者(最好)垂直于层的堆叠方向或者由层复合材料的堆叠顺序所确定的方向延伸。端部段节是指叠加层延伸方向上的端部段节。

[0005] 第一阶梯结构的每个阶梯通过第一组件的层复合材料的一个或多个层形成,确切而言是通过一个或多个层的端部段节形成。换句话说,一个阶梯对应于一个或多个层,每个层只对应其中一个阶梯。此外,每个阶梯通常具有一个平行于层的延伸方向的表面段节和一个横交于层的延伸方向的端面段节,特别是在其厚度方向上的。各层分别有两个相对的、特别是平行的表面,它们定义了层的延伸方向,并且通过一个或多个横交和(最好)垂直延伸的表面连接起来。层的厚度方向横交和(最好)垂直于所述延伸表面。每个阶梯的表面段节通过一个层的一个延伸表面的一个段节形成。在阶梯结构中,表面段节被称为踏板,而端面段节则限定了阶梯高度。

[0006] 以同样的方式,第二阶梯结构的每个阶梯通过第二组件的层复合材料的一个或多个层形成,确切而言是通过一个或多个层的端部段节形成。换句话说,一个阶梯对应于一个或多个层,每个层只对应其中一个阶梯。此外,每个阶梯通常具有一个平行于层的延伸方向的表面段节和一个横交于层的延伸方向的端面段节。在阶梯结构中,表面段节被称为踏板,

而端面段节则限定了阶梯高度。

[0007] 这两个阶梯结构中的形成方式如下所述:第一组件和第二组件按照各自的阶梯结构布置在彼此紧靠的位置上,这里第一阶梯结构的每个阶梯的表面段节紧靠第二阶梯结构的一个阶梯的表面段节,或者第一阶梯结构的连续阶梯中的每一个阶梯的表面段节分别紧邻第二阶梯结构一个阶梯的表面段节。换句话说,在第一阶梯结构的每个相应阶梯上分别有一个与第二阶梯结构的每个阶梯连接的搭接接头。

[0008] 第一和第二组件以这样的方式布置在紧靠的位置上,然后将第一和第二阶梯结构的阶梯彼此紧靠的表面段节焊接在一起,这样就将两个组件焊接在了一起。

[0009] 这种方法简单、快速且经济可行,而且提高了连接强度,因为可以在两个组件多个层之间建立多个的焊接点或结点。此外,相对于两个完整多层复合材料组件的一个搭接接头,在连接组件的结合面上只会形成一个较小的阶梯,甚至还可以完全避免这种阶梯,这样就可以改善飞机的空气动力特性。这种方法还可以完全由机器人自动执行。

[0010] 在一种优选的实施方案中,第一阶梯结构和/或第二阶梯结构以如下方式形成:每个阶梯结构的每个阶梯通过其各自组件的另一个层形成。换句话说,每个层形成一个阶梯。这样就可以在两个组件多个层之间形成更大数量的焊接点或结点,并将第一组件的每个层连接到第二组件的另一个层。这样就可以在两个组件之间形成特别高的连接强度。

[0011] 如果第一组件和第二组件具有相同的层数,则效果更佳。如果层厚相同,特别是如果层的构造或结构也完全相同,则效果更佳。

[0012] 在本设计方案中,第一和第二阶梯结构可采用特别有利的方式形成,并选择紧靠位置,这样在紧靠的位置上,第一组件的每个层就位于第二组件的另一个层的高度上。当从相同方向来看紧靠位置上两个组件的阶梯结构的阶梯次序或顺序,第一阶梯结构的每个阶梯的表面段节(除了第一个或最后一个阶梯)分别紧邻第二阶梯结构的相应阶梯的表面段节,而第二阶梯结构的每个阶梯的表面段节(除了最后一个或第一个阶梯)分别紧邻第一阶梯结构的相应阶梯的表面段节。如果每个阶梯确切地通过另一个层形成,并且/或者如果第一阶梯结构每个阶梯的端面段节紧邻第二阶梯结构的一个阶梯的端面段节,则更为有利。这就可以将连接组件结合面上的阶梯高度降到最低,或者完全避免。

[0013] 或者,在本实施例中,第一和第二阶梯结构也可采用下列有利的方式形成,并选择紧靠位置,这样在紧靠位置上,第一组件与第二组件错开一个层。换句话说,第一阶梯结构的每个阶梯的表面段节紧邻第二阶梯结构的相应阶梯的表面段节,或者相反。如果每个阶梯通过另一个层形成,并且/或者如果第一阶梯结构每个阶梯的端面段节紧邻第二阶梯结构的一个阶梯的端面段节,则更为有利。这就可以将第一组件层与第二组件层之间的焊接点或结点数量最大化,因为第一组件和第二组件的所有层正好分别与另一个组件的相应层焊接在一起。这样通过连接组件结合面上形成少许阶梯,就可以使两个组件之间的连接强度最大化。和现有技术水平不同的是,这里的阶梯高度只是一个层的厚度。

[0014] 在这种方法的一种改良实施例中,第一和第二阶梯结构的设计形式如下:在紧靠位置上,第一阶梯结构的一个或多个或全部阶梯紧邻第二阶梯结构的一个阶梯的端面段节,也就是说各层分别被布置在一个对接接头上。

[0015] 在一种优选的实施例中,在形成第一阶梯结构和第二阶梯结构后,对第一阶梯结构和第二阶梯结构的阶梯表面段节进行处理,以降低表面粗糙度。在处理时,可以使用用于

形成阶梯结构的激光,也可以使用其他激光。通过所述的表面处理,可以提高各焊接点的强度和可靠性。

[0016] 可以借助激光焊接、超声波焊接、感应焊接和/或电阻焊接等手段来完成焊接。如果使用激光焊接,则应该正确选择激光束的能量、波长和聚焦,使得激光束部分穿过层序列,并且各个焊接区中焊接所需的能量集中或沉积在两个阶梯的两个表面段节之间的接触面上。

[0017] 在该方法的一个改良例中,第一组件和第二组件借助一个支撑装置固定在紧靠位置上。为此,第一组件和第二组件应彼此间隔地放置在支撑装置上,从而使第一阶梯结构和第二阶梯结构彼此面对。然后,第一组件和第二组件朝向彼此移动。可以只移动第一组件,只移动第二组件或者同时移动两个组件。支撑装置的设计形式是:在两个组件朝向彼此移动时,第一组件和第二组件移动到紧靠的位置上。特别是,支撑装置可以具有适合两个组件形状的支撑表面,这样它们就可以安装在支撑表面的预定位置上,然后仅需朝向彼此的方向移动,以到达紧靠位置。

[0018] 在一种改良的实施例中,第一组件和第二组件分别是飞机的结构部件,例如机身部件或组件,它们彼此接合在一起以形成飞机机身。

附图说明

[0019] 下面结合附图详细说明本发明的一个实施例。

[0020] 图1a是热塑性多层复合材料的两个板状组件,其彼此间隔放置。

[0021] 图1b显示了对图1a两个板状组件执行完成激光蒸发步骤后,在两个组件的相对纵向边缘或者端部段节上形成阶梯结构的状态。

[0022] 图1c显示了图1b中的两个板状组件彼此紧靠地装入设备中的状态。

[0023] 图1d显示了图1c中的两个紧靠板状组件被焊接在一起之后的状态。

[0024] 图2a显示了图1b中的两个板状组件以图1c之外的另一种形式彼此紧靠地装入设备中的状态。

[0025] 图2b显示了图2a中的两个紧靠板状组件被焊接在一起之后的状态。

[0026] 图3a显示了热塑性多层复合材料的两个板状组件放置在运输和加工小车上上的状态。

[0027] 图3b显示了对图3b两个板状组件执行激光蒸发的步骤,并在两个组件的相对纵向边缘或者端部段节上形成阶梯结构的状态。

[0028] 图3c显示了图3b中的两个板状组件被放置在支撑装置上之后的状态。

[0029] 图3d显示了图3c中的两个板状组件被放置在支撑装置的紧靠位置上并进行激光焊接步骤的状态。

[0030] 图4显示了根据本发明对两个热塑性多层复合材料组件进行焊接的一个实施例的流程图。

具体实施方式

[0031] 图1a至1d示意性地显示了,由多层热塑性复合材料组成的第一组件1和第二组件2被焊接在一起。在所述实施例的示意图中,这两个组件1和2都是飞机的机身段。相应方法见

图4所示。

[0032] 如图1a所示,两个组件1和2都为板状,并具有多个彼此叠加的层3(在图示中为5个),每个组件1和2的层3的数量和厚度相同。每个层具有两个相对的延伸表面3a、3b,侧表面3c在它们之间延伸(分别只显示出一个层3)。在示例中层3的尺寸设计如下:每个组件1和2层的侧表面3c彼此对准,并形成组件1和2的直侧面。每个层3都是由热塑性材料组成,在其中可以嵌入加强纤维,如玻璃纤维和/或碳纤维(未示出)。

[0033] 分别对两个组件1和2执行激光消融或蒸发步骤,借助激光束切除材料,以便分别在每个组件1和2的纵向边缘上或者在每个组件1和2的端部段节上形成具有多个阶梯5的阶梯结构4。每个阶梯5优选正好是由另一个层3的端部段节形成,这样就可以在示例中每个组件1和2正好形成五个阶梯。组件1的每个阶梯3通过相应层3的延伸表面3a的一个表面段节和相应层3的一个侧表面3c形成。延伸表面3a的表面段节限定踏板,而侧表面3c则限定阶梯3的高度。组件2的每个阶梯3通过相应层3的延伸表面3b的一个表面段节和相应层3的一个侧表面3c形成。延伸表面3b的表面段节限定踏板,而侧表面3c则限定阶梯3的高度。

[0034] 如图1b和1c所示,两个阶梯结构4彼此互补,这样就可以完全地相匹配。为此目的,在激光蒸发或消融步骤前后设置两个组件1和2,使得所形成的阶梯结构4或者相应的纵向边缘或端部段节彼此面对,并具有同一高度。然后按照图1b中的箭头所示,将两个组件1和2朝向彼此的方向推压,直至阶梯结构4相互啮合,并且组件1和2与阶梯结构4彼此紧靠。其位置如图1c所示,从中可以看出,两个组件1和2具有相同的高度。这样第一组件1的每个层3正好匹配第二组件2的一个层3,并且具有同一高度。这些相互关联的层3的端面3c分别被设置在一个对接接头上。通过对两个组件1和2进行如上所述设置,两个组件1和2组合的两个外表面6没有阶梯,从而确保了良好的空气动力特性。

[0035] 在该邻接位置上,通过激光焊接将两个组件1和2焊接在一起,也就是分别焊接在阶梯3邻接表面段节3a上。如图1d所示,在四个阶梯对之间形成了四个焊接点7。在激光焊接时,将所用的激光束分别聚焦在所需的焊接区域,使得其上的覆层被激光束穿透,而不会造成材料的损坏。

[0036] 通过对两个组件1和2多个层的单独焊接,增强了连接的强度和可靠性。

[0037] 在这种方法的另一种替代设计方案中,在按照图1b所示形成两个阶梯结构4后,将两个组件1和2再次朝向彼此的方向推压,直至阶梯结构4彼此啮合,并且组件1和2与阶梯结构4彼此紧靠,但是应该使两个组件1和2放置成错开一个层。这种替代邻接位置如图2a所示,从中可以看出,图中组件1的最底层3被置于组件2的最底层3下面,组件2的最上层3被置于组件1的最上层3上面,两个组件1和2的所有其余层3分别关联一个组件1和2的一个层3,并且与另一个组件1和2的关联层3具有相同的高度。这些相互关联的层3的端面3c分别被设置在一个对接接头上。通过对两个组件1和2进行如上所述设置,两个组件1和2组合的两个外表面6分别具有一个阶梯,但是只有一个层厚的高度。

[0038] 在该替代邻接位置上,如图1d所示,通过激光焊接将两个组件1和2焊接在一起,也就是分别焊接在阶梯3邻接表面段节3a上。如图2b所示,在五个阶梯对之间形成了五个焊接点7。相比图1d中的示例,它的空气动力特性略差,连接强度和可靠性更高,因为在两个组件1和2的所有层3上形成了单独的焊接点或接头。

[0039] 通常情况下,如图4所示,根据两个实施示例,两个组件1和2的连接方法包括:步骤

10(激光蒸发或消融以形成第一组件1的阶梯结构4),步骤11(激光蒸发或消融以形成第二组件2的阶梯结构4),步骤12(将第一组件1和第二组件2放置在邻接位置上,如图1c和2a所示),以及步骤13(将第一和第二阶梯结构4阶梯3的紧靠表面段节3a焊接在一起,以焊接第一组件1和第二组件2)。

[0040] 图3a至3d显示的是如何执行图1a至2d所示方法步骤的优选实施例。

[0041] 在图3a至3d中,两个组件1和2为弯曲板状机身段,被设置在配有脚轮21的第一支撑装置22上,使得其纵向边缘或端部段节23朝上并形成阶梯结构4,并因此可方便进行激光蒸发或消融。为此目的,第一支撑装置22具有支撑面24a、24b、24c和24d,并匹配组件1和2的形状。

[0042] 借助脚轮21,第一支撑装置22可移动到安装在机器人机械臂26上的激光装置25。这样可以在控制装置的控制和激光蒸发或消融的作用下,在两个纵向边缘或端部段节23上自动创建阶梯结构4。为此目的,控制装置保存机械臂26和激光装置25的控制所需的两个组件1和2的尺寸和层构造信息。

[0043] 然后,将两个组件1和2设置在配有脚轮21的第二支撑装置27上并彼此间隔开,该支撑装置具有一个弯曲的支撑表面28,其曲率与两个组件1和2的曲率相匹配(见图3c)。设置方式如下:两个阶梯结构4彼此面对,并且可以通过两个组件1和2的相互移动(见图3c箭头)彼此推压,然后按照上述方法和图2a所示邻接在一起。为此,在支撑表面28中设置一个阶梯29,其高度为层3的层厚,并且确保两个组件1和2为交错放置。支撑表面28以简单的方式引导两个组件1和2进入图2a和3d所示的位置。

[0044] 最后,借助脚轮21将支撑装置27重新移动到安装在机械臂26上的激光装置25,并且按照图2b所示方式进行焊接。

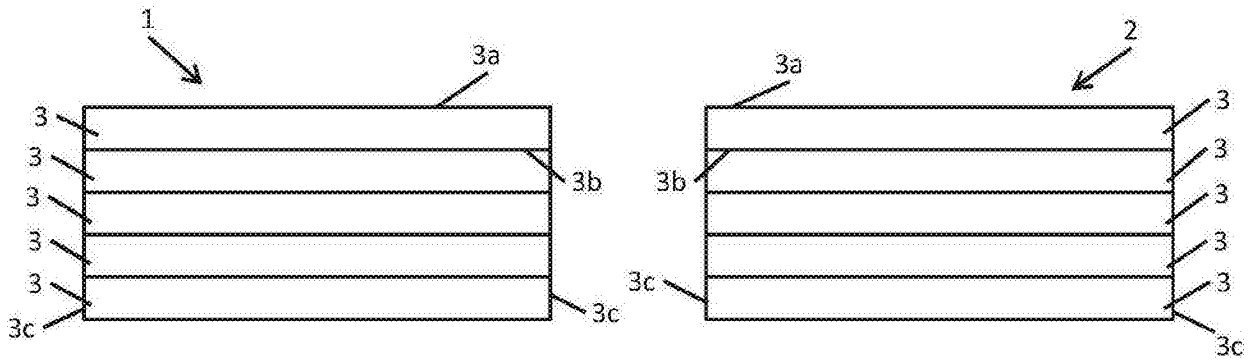


图1a

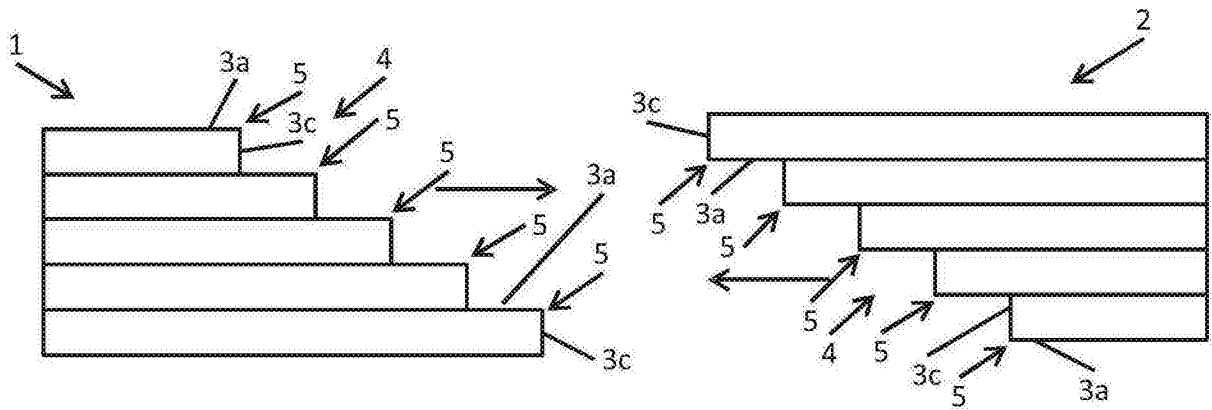


图1b

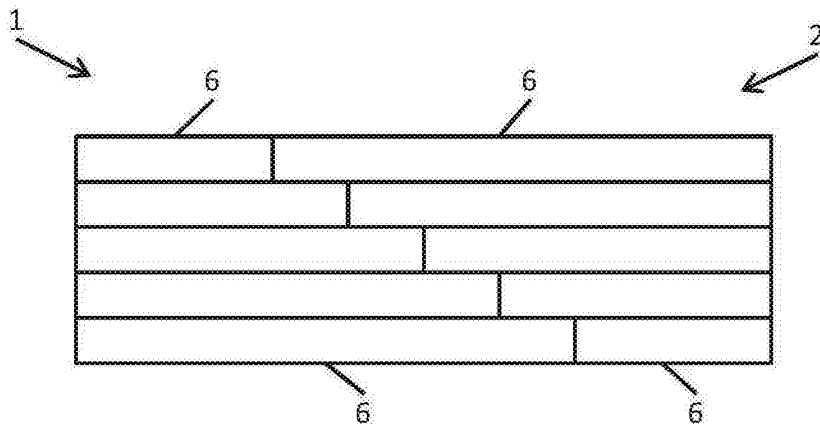


图1c

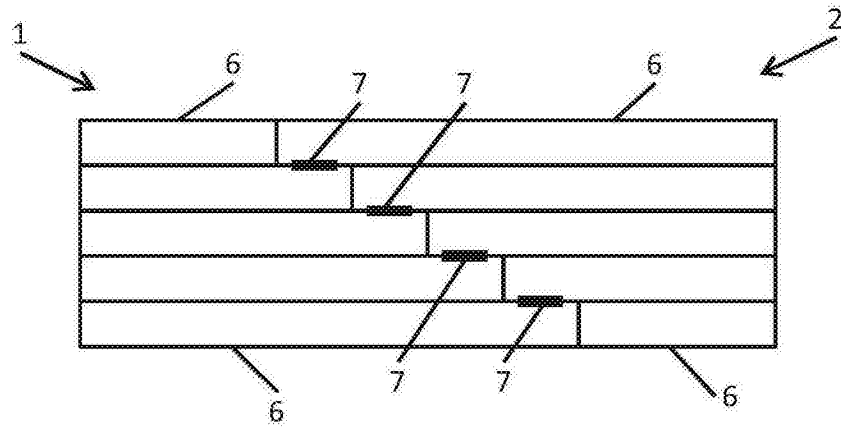


图1d

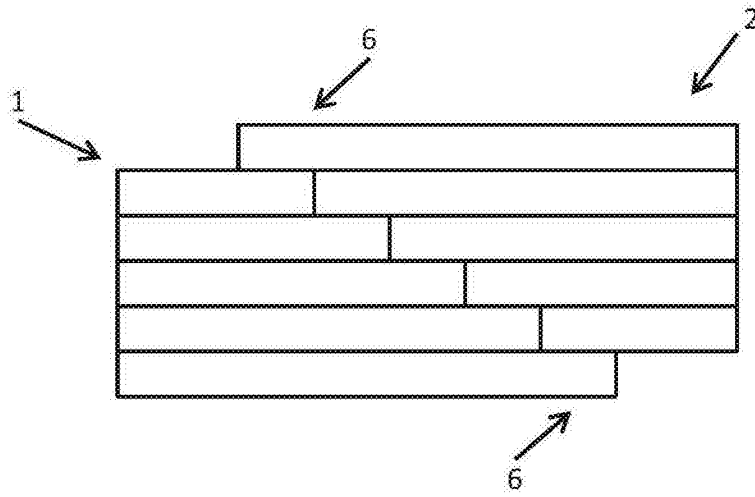


图2a

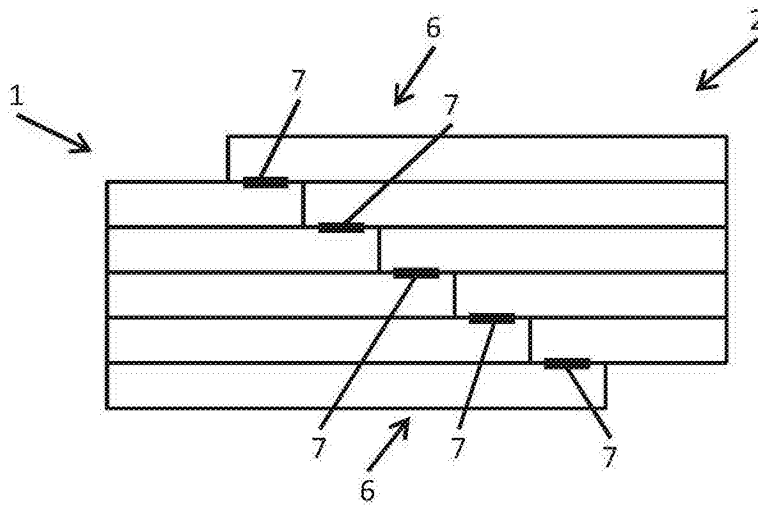


图2b

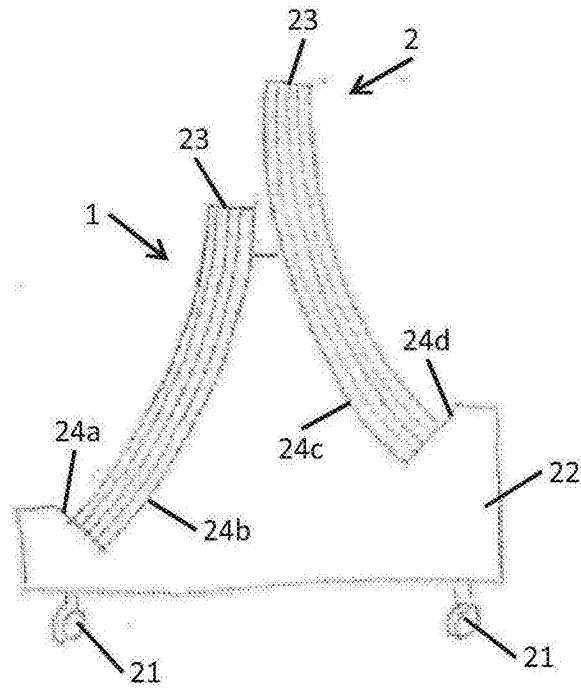


图3a

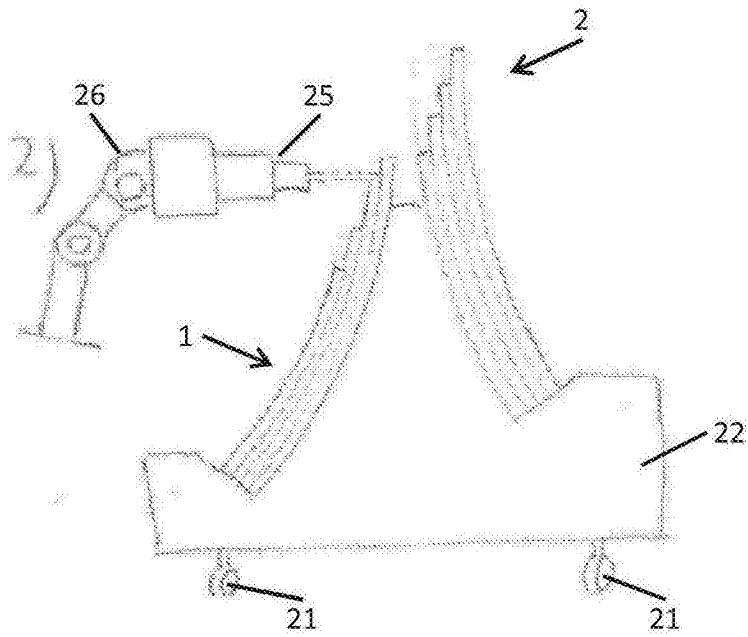


图3b

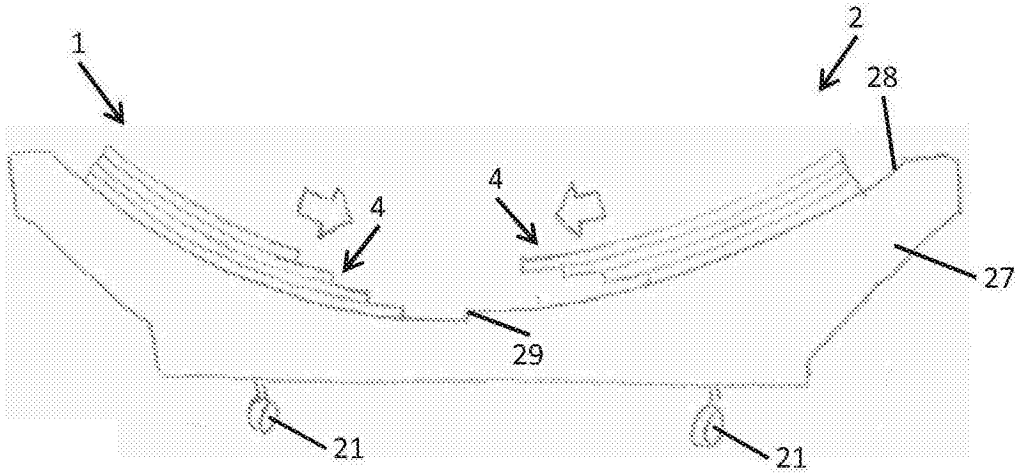


图3c

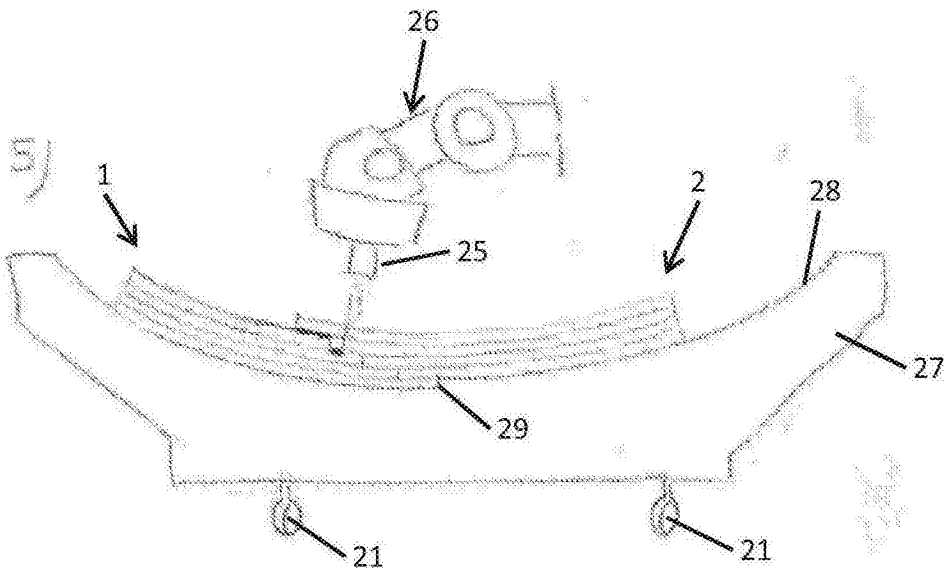


图3d

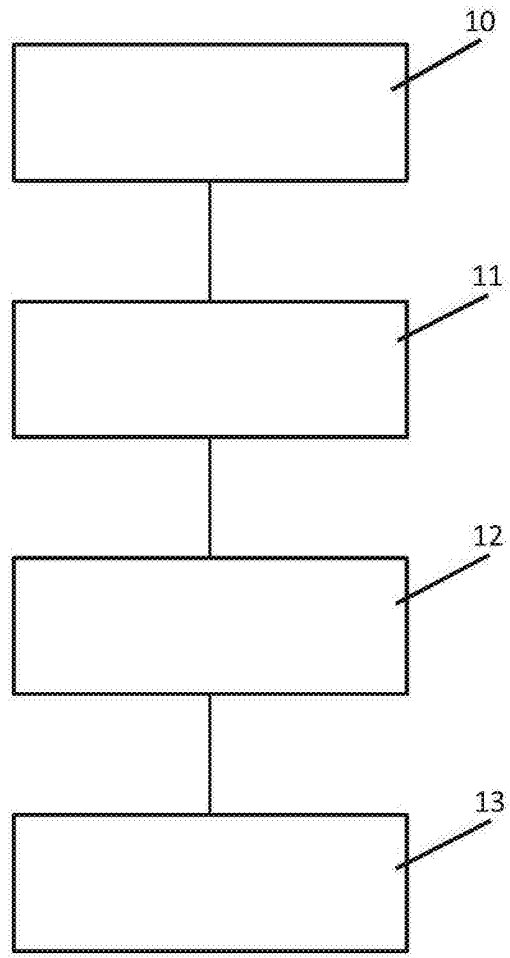


图4