



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106002097 B

(45)授权公告日 2018.09.11

(21)申请号 201610420990.3

(22)申请日 2016.06.13

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106002097 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(73)专利权人 中国科学院力学研究所  
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 宋宏伟 袁武 黄晨光

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390  
代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.  
B23P 15/00(2006.01)  
B23K 1/00(2006.01)

(56)对比文件

- CN 104015407 A, 2014.09.03, 全文.
- CN 101259579 A, 2008.09.10, 全文.
- US 2010/0075074 A1, 2010.03.25, 全文.
- CN 205022842 U, 2016.02.10, 全文.
- US 2011/0281082 A1, 2011.11.17, 全文.
- CN 102275305 A, 2011.12.14, 全文.

审查员 周建

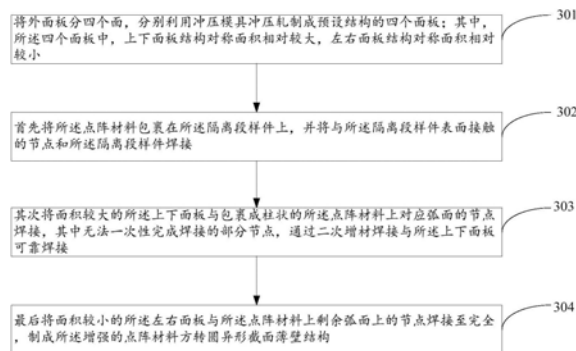
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法:将外面板分四个面,分别利用冲压模具冲压轧制成预设结构的四个面板;四个面板中上下面板结构对称,左右面板结构对称面积相对较小;首先将点阵材料包裹在隔离段样件上,并将与隔离段样件表面接触的节点和隔离段样件焊接;其次将上下面板与包裹成柱状的面阵材料上对应弧面的节点焊接,其中无法一次性完成焊接的部分节点,通过二次增材焊接与上下面板可靠焊接;最后将左右面板与点阵材料上剩余弧面上的节点焊接至完全,制成增强的点阵材料方转圆异形截面薄壁结构。不仅能够确保制成的点阵材料上下两个连接面保持高度,而且能够显著提高该结构的热-力学性能。



1. 一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 将外面板分四个面,分别利用冲压模具冲压轧制成预设结构的四个面板;其中,所述四个面板中,上下面板结构对称面积相对较大,左右面板结构对称面积相对较小;

2) 首先,将点阵材料包裹在隔离段样件上,并将与所述隔离段样件表面接触的节点和所述隔离段样件焊接;所述焊接均为高温钎焊,其中钎料为Bni-2钎料,加热温度为1040-1060℃,加热时间为10-15分钟;

3) 其次,将面积较大的所述上下面板与包裹成柱状的所述点阵材料上对应弧面的节点焊接,其中无法一次性完成焊接的部分节点,通过二次增材焊接与所述上下面板可靠焊接;

4) 最后,将面积较小的所述左右面板与所述点阵材料上剩余弧面上的节点焊接至完全,制成所述点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构。

2. 根据权利要求1所述的一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法,其特征在于,步骤(1)中,所述点阵材料是将具有周期性菱形结构的平面二维结构的金属丝网,在其节点处冲压,得到的具有三维金字塔结构的点阵材料。

3. 根据权利要求2所述的一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法,其特征在于,所述金属丝网通过切割或拉伸金属薄板得到。

## 一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法。

### 背景技术

[0002] 圆形截面复合材料管件物的能量吸收性能比方形截面管件物更加优越,但具有平整表面的方管件物更容易与其他部件相装配,即方管在实际运用中更具优势。针对如图1所示的方转圆隔离段结构,开展热结构分析与设计。初步研究表明,当结构主体为实心薄板时,出现的主要问题是方段离面变形过大。

[0003] 点阵夹层板由于其具有高比刚度、比强度与多功能性等特点,在航空航天热防护结构的轻量化设计领域具有广泛的应用前景。由图2可以看到,通过点阵材料增强方转圆异形截面的薄壁结构,在满足刚度与强度需求的条件下,结构重量有了显著的下降。

[0004] 我们提出了一种通过多次钎焊的方法,从而实现了点阵材料增强方转圆异形隔离段结构的制备。制备过程主要包括外面板压制、点阵材料制备以及节点与面板分次钎焊等。将点阵材料这种新型轻质材料应用于实际工程结构中,目前还鲜有报道。数值模拟研究表明,在高温热力环境条件下,点阵增强的方转圆隔离段具有更轻的质量、更好的抵抗热变形能力和更可靠的结构完整性。为此,研究了这种真实的工程结构制备方法。

[0005] 但是在实际制备中还存在以下难点:三维隔离段结构是变截面、非规则的,从而导致点阵材料上下两个连接面很难保持等高度。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法,能够解决上述难题。

[0007] 为了达到上述目的,本发明的具体技术方案如下:

[0008] 一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法,包括以下步骤:

[0009] 1) 将外面板分四个面,分别利用冲压模具冲压轧制成预设结构的四个面板;其中,所述四个面板中,上下面板结构对称面积相对较大,左右面板结构对称面积相对较小;

[0010] 2) 首先,将点阵材料包裹在隔离段样件上,并将与所述隔离段样件表面接触的节点和所述隔离段样件焊接;

[0011] 3) 其次,将面积较大的所述上下面板与包裹成柱状的所述点阵材料上对应弧面的节点焊接,其中无法一次性完成焊接的部分节点,通过二次增材焊接与所述上下面板可靠焊接;

[0012] 4) 最后,将面积较小的所述左右面板与所述点阵材料上剩余弧面上的节点焊接至完全,制成所述点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构。

[0013] 由于隔离段样件其中两个面板面积较大,将全部节点与之进行钎焊很难直接将全部点阵节点可靠焊接,因此,在焊接过程中首先将两个较大面积面板与点阵夹芯节点进行焊接,这样可以通过增加钎焊料等方式将面板进行可靠焊接。而另外两个接触面积相对较

小,因此,可以最后进行钎焊。

[0014] 进一步地,步骤(1)中,所述点阵材料是将具有周期性菱形结构的平面二维结构的金属丝网,在其节点处冲压,得到的具有三维金字塔结构的点阵材料。

[0015] 进一步地,所述金属丝网通过切割或拉伸金属薄板得到。

[0016] 进一步地,步骤(2)中,所述焊接均为高温钎焊,其中钎料为Bni-2 钎料,加热温度为1040-1060℃,加热时间为10-15分钟。

[0017] 通过本发明提供的点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法制备的点阵增强方转圆异性截面薄壁结构,不仅能够确保制成的点阵材料上下两个连接面保持等高度,而且能够显著提高该结构的热-力学性能。

## 附图说明

[0018] 图1为现有技术常用的方转圆隔离段结构示意图;

[0019] 图2为对于不同结构形式的隔离段计算结果比较示意图;

[0020] 图3为本发明提供的制备方法的流程示意图;

[0021] 图4为本发明提供的冲压模具示意图;

[0022] 图5a为本发明提供的三次钎焊中,第一次钎焊后的效果示意图,图5b 为第二次钎焊后的效果示意图,图5c为第三次钎焊后的效果示意图;

[0023] 图6a为实验例中提供的原始隔离段结构示意图,图6b为实验例中提供的点阵增强后的方转圆异形截面薄壁结构示意图。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明的实施方式进行说明。

[0025] 一种点阵材料增强方转圆异形截面薄壁结构的制备方法,如图3所示:

[0026] 301.方转圆异形截面薄壁结构包括三部分,作为中心轴的隔离段样件、具有三维金字塔结构的作为芯材的点阵材料和外面板,将外面板分四个面,分别利用冲压模具冲压轧制成预设结构的四个面板;其中,四个面板中,上下面板结构对称面积相对较大,左右面板结构对称面积相对较小;

[0027] 其中,通过切割或拉伸金属薄板得到具有周期性菱形结构的平面二维结构的金属丝网,之后在其节点处冲压,得到的具有三维金字塔结构的点阵材料。

[0028] 302.首先,将点阵材料包裹在隔离段样件上,并将与隔离段样件表面接触的节点和隔离段样件焊接;

[0029] 303.其次,将面积较大的上下面板与包裹成柱状的点阵材料上对应弧面的节点焊接,其中无法一次性完成焊接的部分节点,通过二次增材焊接与上下面板可靠焊接;

[0030] 304.最后,将面积较小的左右面板与点阵材料上剩余弧面上的节点焊接至完全,制成增强的点阵材料方转圆异形截面薄壁结构。

[0031] 由于隔离段样件其中两个面板面积较大,将全部节点与之进行钎焊很难直接将全部点阵节点可靠焊接,因此,在焊接过程中首先将两个较大面积面板与点阵夹芯节点进行焊接,这样可以通过增加钎焊料等方式将面板进行可靠焊接。而另外两个接触面积相对较小,因此,可以最后进行钎焊。

[0032] 焊接均为高温钎焊,其中钎料为Bni-2钎料,加热温度为1040-1060℃,加热时间为10-15分钟。

[0033] 如图4所示,为制备外面板时使用的模具效果示意图,将其中的一个面板放置在模具中的相应位置,闭合模具,并施加压力,制成预设形状和结构的面板。

[0034] 图5a为将点阵材料包裹在隔离段样件上的结构示意图,图5b为将点阵材料上的节点与隔离段样件表面焊接后的结构示意图,图5c是将外面板与点阵材料焊接后制成的方转圆异形截面薄壁结构的示意图。

[0035] 预设原隔离段结构壁厚为3mm,结构总重量6.5kg;点阵钎焊后结构总壁厚为11mm,结构总重量为7.3kg。仅增重0.8kg,通过增加较小的重量,显著提高了结构的刚度,所以说通过本发明提供的增强点阵材料方转圆异形截面薄壁结构的制备方法,能够显著提高该结构的热-力学性能。

[0036] 实验例:

[0037] 采用相对密度为 $\rho=0.06$ 的点阵材料为增强结构,点阵夹芯的厚度为6mm,下面板各1mm厚。并与结构主体壁厚分别为 $t=6\text{mm}$ , $t=3\text{mm}$ 的设计方案进行对比,效果如图6a和图6b所示。

[0038] 计算结果表明,点阵增强的隔离段的最大离面变形为1.1mm,而 $t=3\text{mm}$ 最大离面变形为2.9mm;若以 $t=3\text{mm}$ 方案为基准,设其结构质量为M,点阵增强的方案质量仅为0.79M。可见,点阵增强的方案不仅质量更轻,而且刚度更高,变形量更小。

[0039] 以上,虽然说明了本发明的几个实施方式,但是这些实施方式只是作为例子提出的,并非用于限定本发明的范围。对于这些新的实施方式,能够以其他各种方式进行实施,在不脱离本发明的要旨的范围内,能够进行各种省略、置换、及变更。这些实施方式和其变形,包含于本发明的范围和要旨中的同时,也包含于权利要求书中记载的发明及其均等范围内。

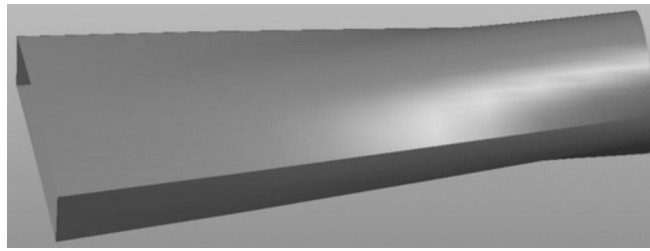


图1

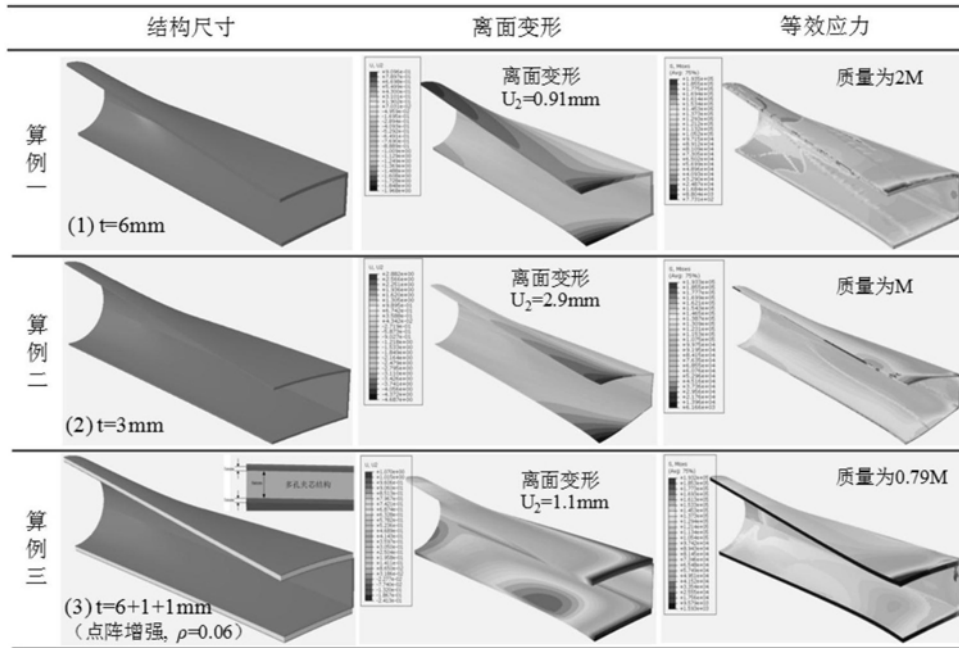


图2

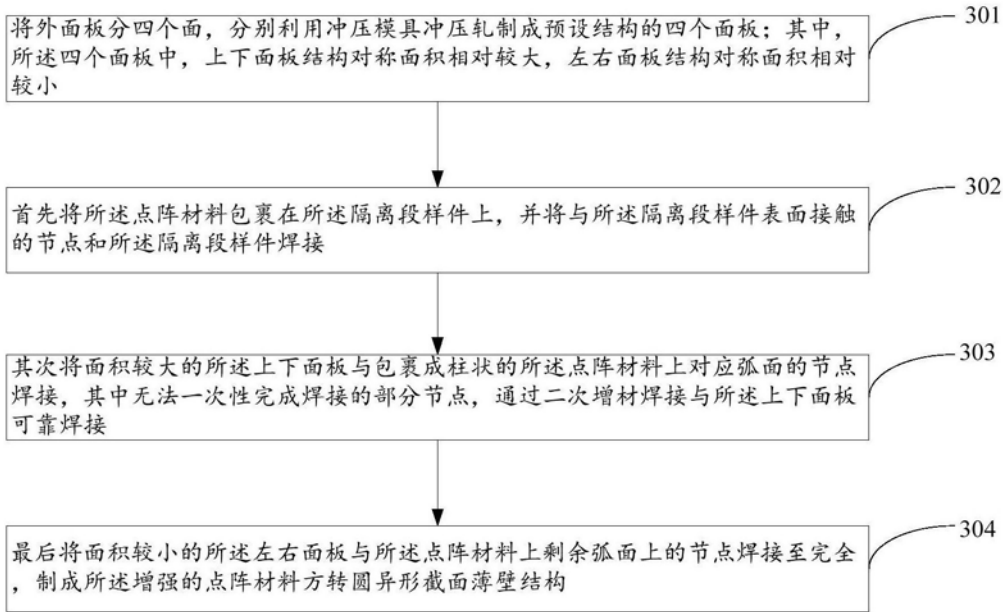


图3

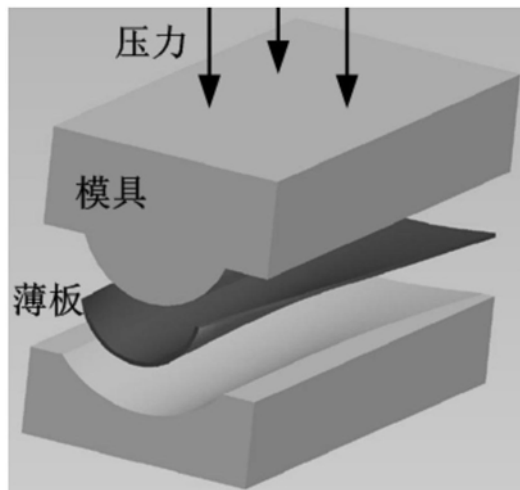


图4

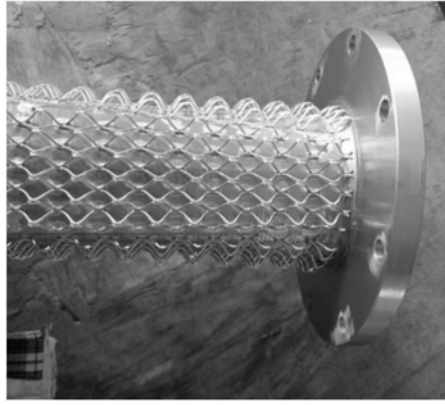


图5a

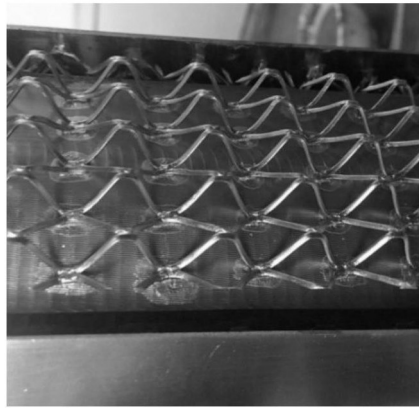


图5b

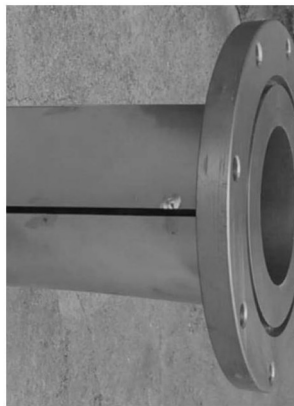


图5c



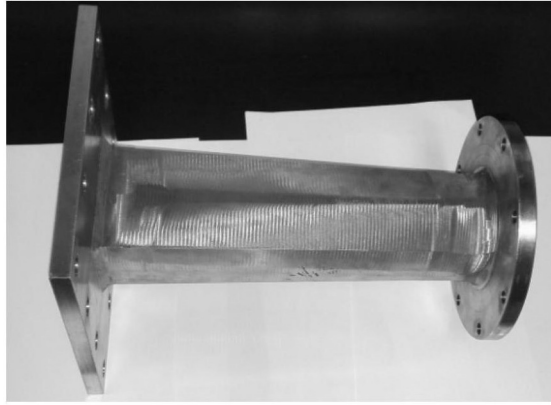


图6a

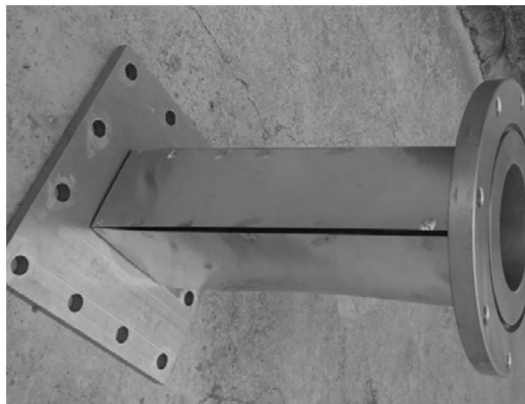


图6b