



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106111992 B

(45)授权公告日 2018.09.18

(21)申请号 201610463688.6

审查员 陈小珍

(22)申请日 2016.06.23

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106111992 A

(43)申请公布日 2016.11.16

(73)专利权人 航天材料及工艺研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号

专利权人 中国运载火箭技术研究院

(72)发明人 徐桂华 张海洋 阴中炜

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 张丽娜

(51)Int.Cl.

B22F 3/15(2006.01)

B22F 5/00(2006.01)

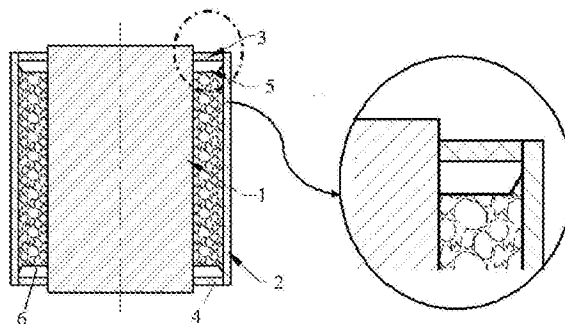
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制工装及方法

(57)摘要

本发明涉及一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制工装及方法,特别是针对近净成形制备时的壁厚控制,属于薄壁构件的成形的工艺技术领域,所述的薄壁是指壁厚为0.3-5mm。薄壁结构件在导弹的弹体结构、航空发动机外涵、喷管等有广泛应用。热等静压粉末冶金工艺可实现该类构件的制备,但实际应用中存在壁厚均匀度较低、偏差较大的问题,导致产品合格率较低。本发明设计了恰当的壁厚均匀性控制工艺,从包套型腔的内腔控制、外壁外形控制以及组装工序方面进行优化,实现了良好的壁厚尺寸控制,达到了防止产品变形的目的。



1. 一种薄壁构件的壁厚均匀性控制工装,其特征在於:该控制工装包括包套内芯(1)、包套壁(2)、上端盖(3)、下端盖(4)、上限位镶块(5)、下限位镶块(6)和外支撑(7);

包套内芯(1)装配在包套壁(2)的中心,在包套内芯(1)和包套壁(2)之间有上限位镶块(5)和下限位镶块(6),上限位镶块(5)和下限位镶块(6)用于使包套内芯(1)和包套壁(2)同心;外支撑(7)通过氩弧焊点焊的方式固定焊接在包套壁(2)的外表面;上端盖(3)位于上限位镶块(5)的上方,上端盖(3)与包套内芯(1)的外表面以及包套壁(2)的内表面通过焊接的方式进行连接;下端盖(4)位于下限位镶块(6)的下方,下端盖(4)与包套内芯(1)的外表面以及包套壁(2)的内表面通过焊接的方式进行连接;

所述的上限位镶块(5)为环状结构,上限位镶块(5)的内表面与包套内芯(1)的外表面配合,配合间隙为 $0\sim 0.05\text{mm}$;上限位镶块(5)的外表面与包套壁(2)的内表面接触、配合,配合间隙为 $0\sim 0.05\text{mm}$;上限位镶块(5)的厚度 h_1 不小于 50mm ;上限位镶块(5)的外侧下缘有倒角 θ_1 , θ_1 角范围为 $15^\circ\sim 30^\circ$;倒角后的上限位镶块(5)外侧与包套壁(2)相配合部分 h_2 的尺寸不小于 40mm ;上限位镶块(5)上分布有粉末填充孔,孔径不小于 3mm 。

2. 根据权利要求1所述的一种薄壁构件的壁厚均匀性控制工装,其特征在於:所述的包套内芯(1)与包套壁(2)之间的空隙用于填充待成形粉末,包套内芯(1)与包套壁(2)之间的距离不小于待成形薄壁构件的壁厚。

3. 根据权利要求1所述的一种薄壁构件的壁厚均匀性控制工装,其特征在於:所述的上限位镶块(5)的最顶端距离包套内芯(1)的最顶端的距离不小于 5mm ,下限位镶块(6)的最底端距离包套内芯(1)的最底端的距离不小于 5mm 。

4. 根据权利要求1所述的一种薄壁构件的壁厚均匀性控制工装,其特征在於:所述的下限位镶块(6)为环状结构,下限位镶块(6)的内表面与包套内芯(1)的外表面配合,配合间隙为 $0\sim 0.05\text{mm}$;下限位镶块(6)的外表面与包套壁(2)的内表面接触、配合,配合间隙为 $0\sim 0.05\text{mm}$;下限位镶块(6)的厚度 h_3 不小于 50mm ;下限位镶块(6)的外侧上缘有锥角 θ_2 , θ_2 角范围为 $15^\circ\sim 30^\circ$;倒角后的下限位镶块(6)外侧与包套壁(2)相配合部分 h_4 的尺寸为不小于 40mm 。

5. 根据权利要求1所述的一种薄壁构件的壁厚均匀性控制工装,其特征在於:所述的外支撑(7)包括纵向筋和环向筋,环向筋的数量不少于两条,环向筋的间距不大于 200mm ,环向筋的内表面与包套壁(2)的外表面相匹配且通过点焊的方式固定连接,焊点之间的距离大于 100mm ,小于 300mm ,纵向筋之间的间距不大于 200mm ,纵向筋数量不小于3条,每条纵向筋与所有的环向筋均通过焊接的方式固定连接,纵向筋与包套壁(2)的外表面相匹配且通过点焊的方式固定连接,焊点之间的距离大于 100mm ,小于 300mm 。

6. 一种根据权利要求1-5任一所述的薄壁构件的壁厚均匀性控制工装的控制方法,其特征在於步骤为:

(1) 对包套壁(2)及包套内芯(1)进行洁净化处理,然后将包套壁(2)套装在包套内芯(1)外面;

(2) 将上限位镶块(5)镶嵌固定在包套内芯(1)与包套壁(2)之间,安装上端盖(3),但不焊接;

(3) 将步骤(2)得到的产品进行翻转 180° ,使步骤(2)得到产品的上端盖(3)朝下;

(4) 将下限位镶块(6)镶嵌固定在包套内芯(1)与包套壁(2)之间,安装下端盖(4),并将

下端盖(4)与包套内芯(1)及包套壁(2)焊接在一起;

(5)将外支撑(7)点焊在包套壁(2)的外表面;

(6)将步骤(5)得到的产品翻转 180° ,使步骤(5)得到的产品的上端盖(3)朝上;

(7)将上端盖(3)取下,通过上限位镶块(5)的粉末填充孔,充填粉末,充满后将上端盖(3)与包套内芯(1)和包套壁(2)进行焊接连接;

(8)对步骤(7)得到的产品进行热等静压处理,热等静压处理后,外支撑(7)与包套壁(2)进行分离;

(9)去除包套内芯(1)、包套壁(2)、上端盖(3)、下端盖(4)、上限位镶块(5)和下限位镶块(6),得到壁厚均匀的薄壁构件。

7.根据权利要求6所述的控制方法,其特征在于:所述的步骤(8)中,热等静压处理条件为:温度为材料熔点的 $0.7\sim 0.9$ 倍,时间为 $4\sim 6$ h,压力为不小于 110MPa 。

8.根据权利要求6所述的控制方法,其特征在于:所述的步骤(9)中,去除包套内芯(1)、包套壁(2)、上端盖(3)、下端盖(4)、上限位镶块(5)和下限位镶块(6)的方式为:机械加工和电化学处理相结合的方式。

9.根据权利要求6所述的控制方法,其特征在于:所述的步骤(1)中,洁净化处理的方式为:所用清洗介质为除油剂和无水乙醇,清洗完成后用压缩空气吹干。

一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制工装及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制工装及方法,特别是针对近净成形制备时的壁厚控制,属于薄壁构件的成形的工艺技术领域,所述的薄壁是指壁厚为0.3-5mm。

背景技术

[0002] 薄壁结构件在导弹的弹体结构、航空发动机外涵、喷管等有广泛应用。为满足型号轻质化和高刚度的要求,该类构件通常设计为薄壁+筋条结构,壁厚最薄可达1mm,表面分布有纵横交错的筋条,如图1所示。由于上述特点,传统的机加工、焊接、铸造工艺难以实现该类构件的成形,存在周期长、费用高和变形量大等问题。

[0003] 热等静压粉末冶金工艺能够在热等静压过程中实现该类构件的整体成形,具有效率高、变形小、材料利用率高的优点,是这类构件的常用制备方法。其工艺步骤为:包套组装定位后,将粉末充填进包套型腔中(结构示意图如图2所示),随后通过热等静压工艺实现材料致密和构件的成形。目前,该技术已经在型号中广泛应用,但实际应用也暴露出壁厚控制困难,存在壁厚均匀性差的问题,具体表现为周向的局部偏薄和轴向中部的局部增厚,如图3a和图3b所示。这一问题极大影响了构件的成形质量,严重时甚至导致产品报废。

[0004] 壁厚均匀性问题的根源是粉末在包套型腔中难以均匀分布,其原因包括两个方面:首先是包套外壁组装定位时,由于装配误差、焊接变形所导致的型腔内局部尺寸偏小;其次是由于包套外壁在震动过程中由于刚度降低所导致的中部“鼓肚”现象,这一现象在非回转体类构件中非常明显。

发明内容

[0005] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制工装及方法,用于薄壁构件的热等静压成形,该方法能够解决该类构件成形过程中壁厚控制困难,壁厚均匀性差的问题,实现壁厚的均匀性控制。

[0006] 本发明的技术解决方案是:

[0007] 一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制工装,该控制工装包括包套内芯、包套壁、上端盖、下端盖、上限位镶块、下限位镶块和外支撑;

[0008] 包套内芯装配在包套壁的中心,在包套内芯和包套壁之间有上限位镶块和下限位镶块,上限位镶块和下限位镶块用于使包套内芯和包套壁同心;外支撑通过氩弧焊点焊的方式固定焊接在包套壁的外表面;上端盖位于上限位镶块的上方,上端盖与包套内芯的外表面以及包套壁的内表面通过焊接进行连接;下端盖位于下限位镶块的下方,下端盖与包套内芯的外表面以及包套壁的内表面通过焊接进行连接;

[0009] 所述的包套内芯与包套壁之间的空隙用于填充待成形粉末,包套内芯与包套壁之间的距离不小于待成形薄壁构件的壁厚;

[0010] 所述的上限位镶块的最顶端距离包套内芯的最顶端的距离不小于5mm,下限位镶块的最底端距离包套内芯的最底端的距离不小于5mm;

[0011] 所述的上限位镶块为环状结构,上限位镶块的内表面与包套内芯的外表面配合,配合间隙为0~0.05mm;上限位镶块的外表面与包套壁的内表面接触、配合,配合间隙为0~0.05mm;上限位镶块的厚度 h_1 不小于50mm;上限位镶块的外侧下缘有倒角 θ_1 , θ_1 角范围为 15° ~ 30° ;倒角后的上限位镶块外侧与包套壁相配合部分 h_2 的尺寸不小于40mm;

[0012] 上限位镶块上分布有粉末填充孔,孔径不小于3mm;

[0013] 所述的下限位镶块为环状结构,下限位镶块的内表面与包套内芯的外表面配合,配合间隙为0~0.05mm;下限位镶块的外表面与包套壁的内表面接触、配合,配合间隙为0~0.05mm;下限位镶块的厚度 h_3 不小于50mm;下限位镶块的外侧上缘有锥角 θ_2 , θ_2 角范围为 15° ~ 30° ;倒角后的上限位镶块外侧与包套壁相配合部分 h_4 的尺寸为不小于40mm;

[0014] 所述的外支撑包括纵向筋和环向筋,环向筋的数量不少于两条,环向筋的间距不大于200mm,环向筋的内表面与包套壁的外表面相匹配且通过点焊的方式固定连接,焊点之间的距离大于100mm,小于300mm,严禁满焊;纵向筋之间的间距不大于200mm,纵向筋数量不小于3条,每条纵向筋与所有的环向筋均通过焊接的方式固定连接,纵向筋与包套壁的外表面相匹配且通过点焊的方式固定连接,焊点之间的距离大于100mm,小于300mm,严禁满焊。

[0015] 一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制方法,步骤为:

[0016] (1) 对包套壁及包套内芯进行洁净化处理,然后将包套壁套装在包套内芯外面;

[0017] (2) 将上限位镶块镶嵌固定在包套内芯与包套壁之间,安装上端盖,但不焊接;

[0018] (3) 将步骤(2)得到的产品进行翻转 180° ,使步骤(2)得到产品的上端盖朝下;

[0019] (4) 将下限位镶块镶嵌固定在包套内芯与包套壁之间,安装下端盖,并将下端盖与包套内芯及包套壁焊接在一起;

[0020] (5) 将外支撑点焊在包套壁的外表面;

[0021] (6) 将步骤(5)得到的产品翻转 180° ,使步骤(5)得到的产品的上端盖朝上;

[0022] (7) 将上端盖取下,通过上限位镶块的粉末填充孔,充填粉末,充满后将上端盖与包套内芯和包套壁进行焊接连接;

[0023] (8) 对步骤(7)得到的产品进行热等静压处理,热等静压处理后,外支撑与包套壁进行分离,待后续重复利用;所述的热等静压处理条件为:温度为材料熔点的0.7~0.9倍,时间为4-6h,压力为不小于110MPa;

[0024] (9) 对步骤(8)热等静压处理后且没有外支撑的产品进行机械加工和电化学处理去除包套内芯和包套壁,得到壁厚均匀的薄壁构件。

[0025] 有益效果

[0026] (1) 本发明的工装通过在包套内芯设置恰当的支撑工装,即上限位镶块和下限位镶块,防止包套内芯和包套壁在装配过程及焊接过程中的不同心现象,解决了装粉空间不一致所带来的壁厚偏差问题;

[0027] (2) 本发明的工装通过在包套壁设置加强用网状工装,即外支撑,防止包套壁在粉末充填、加热过程中失稳所导致的局部“鼓肚”现象;

[0028] (3) 本发明的工装中的上限位镶块和下限位镶块,通过设置锥角,解决了与包套壁之间的装配定位问题;通过设置较大的厚度,保障了较好的导向和组装定位;

[0029] (4) 本发明的工装中的外支撑,采用点焊的方式实现外支撑与包套壁的连接固定,能够保证室温下的有效连接;当对粉末进行热等静压处理时,粉末在高温高压下发生收缩后,也能够实现外支撑和包套壁的分,保障粉末收缩的进行;

[0030] (5) 本发明的控制方法,通过先组装上端盖、上限位镶块,翻转180°再组装下端盖、下限位镶块,再翻转180°后组装外支撑工装的顺序,既有利于保障较高的生产效率,又能够保障较好的装配精度;

[0031] (6) 本发明的控制方法,通过先焊接下端盖、再焊接上端盖的操作顺序,有利于保障控制产品轴向方向的装配精度。

[0032] (7) 本发明的控制方法,通过外支撑工装与包套壁点焊,外支撑工装的筋条之间允许满焊的方式,既保障了工装良好的支撑效果,又能够在热等静压过程中保障收缩变形的进行,保障了产品的尺寸精度。

[0033] (8) 薄壁结构件在导弹的弹体结构、航空发动机外涵、喷管等有广泛应用。热等静压粉末冶金工艺可实现该类构件的制备,但实际应用中存在壁厚均匀度较低、偏差较大的问题,导致产品合格率较低。本发明设计了恰当的壁厚均匀性控制工艺,从包套型腔的内腔控制、外壁外形控制以及组装工序方面进行优化,实现了良好的壁厚尺寸控制,达到了防止产品变形的目的。

附图说明

[0034] 图1为薄壁构件结构示意图;

[0035] 图2为现有技术中的包套结构示意图;

[0036] 图3a为薄壁构件壁厚不均现象中周向的局部偏薄的示意图;

[0037] 图3b为薄壁构件壁厚不均现象中轴向中部的局部增厚的示意图;

[0038] 图4为本发明的工装的结构示意图(没有包括外支撑);

[0039] 图5为本发明的外支撑的结构示意图;

[0040] 图6为上限位镶块的剖视图;

[0041] 图7为上限位镶块的俯视图;

[0042] 图8为下限位镶块的剖视图。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0044] 针对该类构件壁厚均匀性较差的问题,分别从包套型腔内部和型腔外部进行控制粉末充填控制。

[0045] 1、内部成形用限位镶块

[0046] 在型腔内部,包套壁2和包套内芯1之间设置带有斜面的镶块。镶块与外壁和内芯为紧密配合,配合间隙为0~0.05mm,镶块所用材质与包套内芯1一致。

[0047] 2、外部成形用支撑工装

[0048] 在包套外侧设计网格状加强工装,工装内型面与包套外壁的理论型面紧密贴合,配合间隙为0~0.05mm。工装所用材质与包套外壁相一致,通过焊接或机械连接的方式将工装与包套外壁固定在一起。

[0049] 3、该类构件的粉末充填及包套封装工艺方法

[0050] 工艺实施过程中,遵循“装配内镶块,焊接下端端盖,配装外支撑7工装,充填粉末,最后焊接上端端盖”的操作顺序。

[0051] 实施例

[0052] 一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制工装,该控制工装包括包套内芯1、包套壁2、上端盖3、下端盖4、上限位镶块5、下限位镶块6和外支撑7,如图4和图5所示;

[0053] 所述的包套内芯1为柱形,其横截面为椭圆,椭圆的长轴800mm,短轴200mm,高400mm;

[0054] 所述的包套内芯1与包套壁2之间的空隙用于填充待成形粉末,包套内芯1与包套壁2之间的距离不小于待成形薄壁构件的壁厚;

[0055] 所述的上限位镶块5为环状结构,剖视图如图6所示。上限位镶块5的内表面与包套内芯1的外表面配合,配合间隙为 $0\sim 0.05\text{mm}$;上限位镶块5的外表面与包套壁2的内表面接触、配合,配合间隙为 $0\sim 0.05\text{mm}$;上限位镶块5的厚度 h_1 不小于50mm;上限位镶块5的外侧下缘有倒角 θ_1 , θ_1 角范围为 $15^\circ\sim 30^\circ$;倒角后的上限位镶块5外侧与包套壁2相配合部分 h_2 的尺寸为不小于40mm;

[0056] 所述的上限位镶块5的最顶端距离包套内芯1的最顶端的距离为8mm,下限位镶块6的最底端距离包套内芯1的最底端的距离为8mm;上限位镶块5的内表面与包套内芯1的外表面配合,配合间隙为 0.03mm ;上限位镶块5的外表面与包套壁2的内表面接触、配合,配合间隙为 0.03mm ;上限位镶块5的厚度 h_1 为60mm;上限位镶块5的外侧下缘锥角 θ_1 为 20° ;倒角后的上限位镶块5外侧与包套壁2相配合部分 h_2 的尺寸为50mm;

[0057] 上限位镶块5俯视图如图7所示,上限位镶块5上分布有粉末填充孔,孔径不小于5mm;

[0058] 所述的上限位镶块5上粉末填充孔的孔径为5mm;

[0059] 所述的下限位镶块6为环状结构,剖视图如图8所示。下限位镶块6的内表面与包套内芯1的外表面配合,配合间隙为 $0\sim 0.05\text{mm}$;下限位镶块6的外表面与包套壁2的内表面接触、配合,配合间隙为 $0\sim 0.05\text{mm}$;下限位镶块6的厚度 h_3 不小于50mm;下限位镶块6的外侧上缘有倒角 θ_2 , θ_2 角范围为 $15^\circ\sim 30^\circ$;倒角后的上限位镶块5外侧与包套壁2相配合部分 h_4 的尺寸为不小于40mm;

[0060] 所述的下限位镶块6内表面与包套内芯1的外表面配合,配合间隙为 0.03mm ;下限位镶块6的外表面与包套壁2的内表面接触、配合,配合间隙为 0.03mm ;下限位镶块6的厚度 h_3 为60mm;上限位镶块5的外侧下缘锥角 θ_2 为 20° ;倒角后的上限位镶块5外侧与包套壁2相配合部分 h_4 的尺寸为50mm;

[0061] 所述的外支撑7包括纵向筋和环向筋,环向筋的数量不少于两条,环向筋的间距不大于200mm,环向筋的内表面与包套壁2的外表面相匹配且通过点焊的方式固定连接,焊点之间的距离大于100mm,小于300mm,严禁满焊;纵向筋之间的间距不大于200mm,纵向筋数量不小于3条,每条纵向筋与所有的环向筋均通过焊接的方式固定连接,纵向筋与包套壁2的外表面相匹配且通过点焊的方式固定连接,焊点之间的距离大于100mm,小于300mm,严禁满焊。

[0062] 所述的外支撑7包括纵向筋和环向筋,环向筋的数量为两条,环向筋的间距为

150mm,环向筋的内表面与包套壁2的外表面相匹配且通过点焊的方式固定连接,焊点之间的距离为100mm,不满焊;纵向筋之间的间距为150mm,纵向筋数量为6条,每条纵向筋与所有的环向筋均通过焊接的方式固定连接,纵向筋与包套壁2的外表面相匹配且通过点焊的方式固定连接,焊点之间的距离为150mm,不满焊。

[0063] 一种热等静压粉末冶金薄壁构件的壁厚均匀性控制方法,步骤为:

[0064] (1) 对包套壁2及包套内芯1洁净化处理,所用清洗介质为除油剂和无水乙醇,清洗完成后用压缩空气吹干,然后将包套壁2套装在包套内芯1外面;

[0065] (2) 将上限位镶块5镶嵌固定在包套内芯1与包套壁2之间,安装上端盖3,使得上端盖3的上沿与包套壁2上沿平齐,但不焊接;

[0066] (3) 将步骤(2)得到的产品进行翻转 180° ,使步骤(2)得到产品的上端盖3朝下;

[0067] (4) 将下限位镶块6镶嵌固定在包套内芯1与包套壁2之间,安装下端盖4,并将下端盖4与包套内芯1及包套壁2焊接在一起;

[0068] (5) 将外支撑7点焊在包套壁2的外表面;

[0069] (6) 将步骤(5)得到的产品翻转 180° ,使步骤(5)得到的产品的上端盖3朝上;

[0070] (7) 将上端盖3取下,通过上限位镶块5的粉末填充孔,充填粉末,充满后将上端盖3与包套内芯1和包套壁2进行焊接连接;

[0071] (8) 对步骤(7)得到的产品进行热等静压处理,热等静压处理后,外支撑7与包套壁2进行分离,待后续重复利用;所述的热等静压处理条件为:温度为 850°C ,时间为5h,压力为130MPa。

[0072] (9) 对步骤(8)热等静压处理后且没有外支撑7的产品进行机械加工和电化学处理去除包套内芯1和包套壁2,得到壁厚均匀的薄壁构件。

[0073] 得到的薄壁结构没有出现图3a所示的周向方向壁厚不均的情况,也没有出现图3b所示的轴向方向局部偏厚的情况,对得到的薄壁结构件进行尺寸测量结果表明,产品的壁厚偏差从原先的大于1.5mm降低至小于0.3mm,得到明显改善。

[0074] 本发明未详细说明部分属于本领域技术人员公知技术。

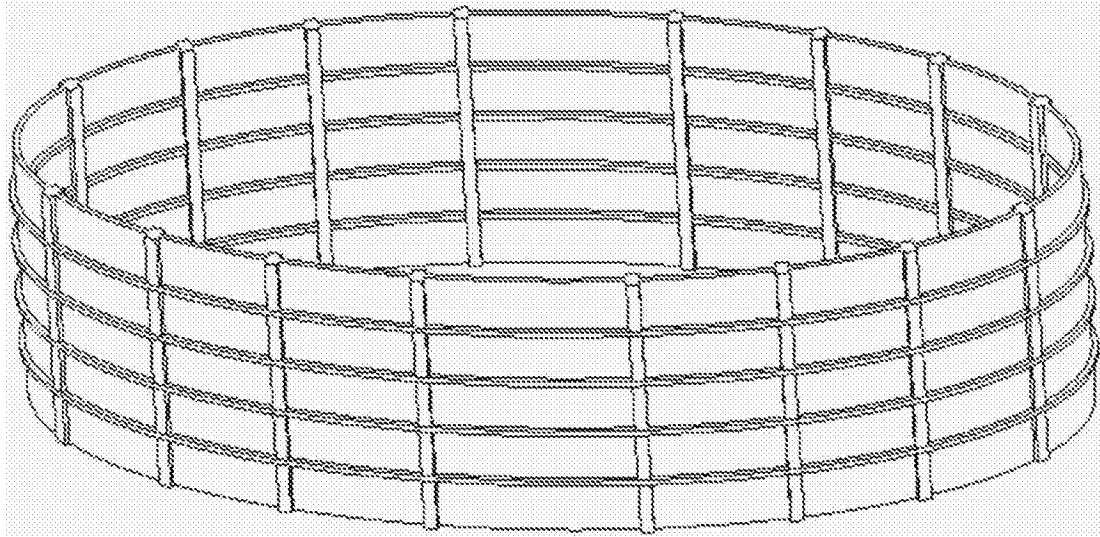


图1

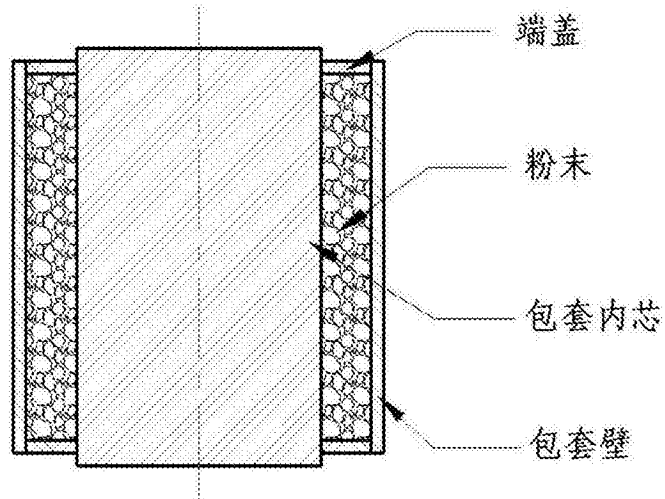


图2

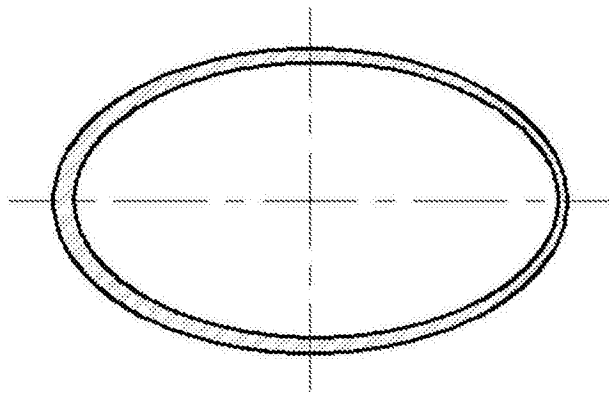


图3(a)

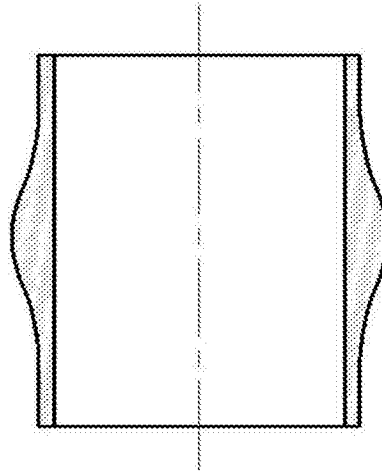


图3 (b)

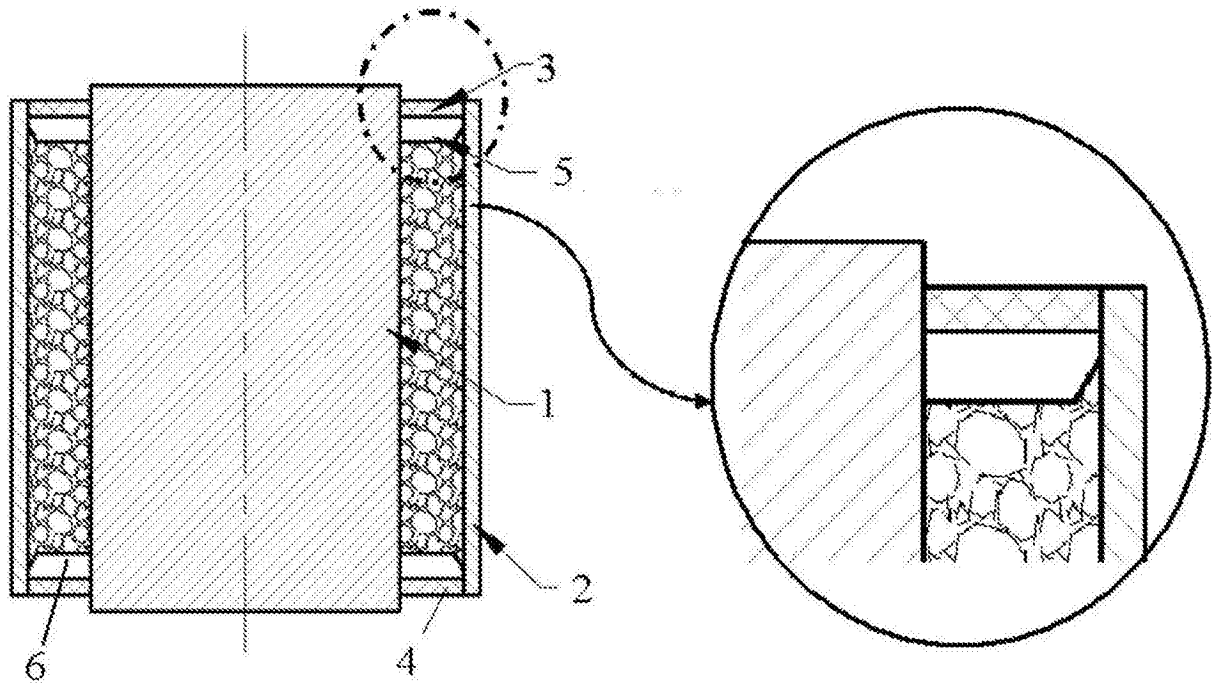


图4

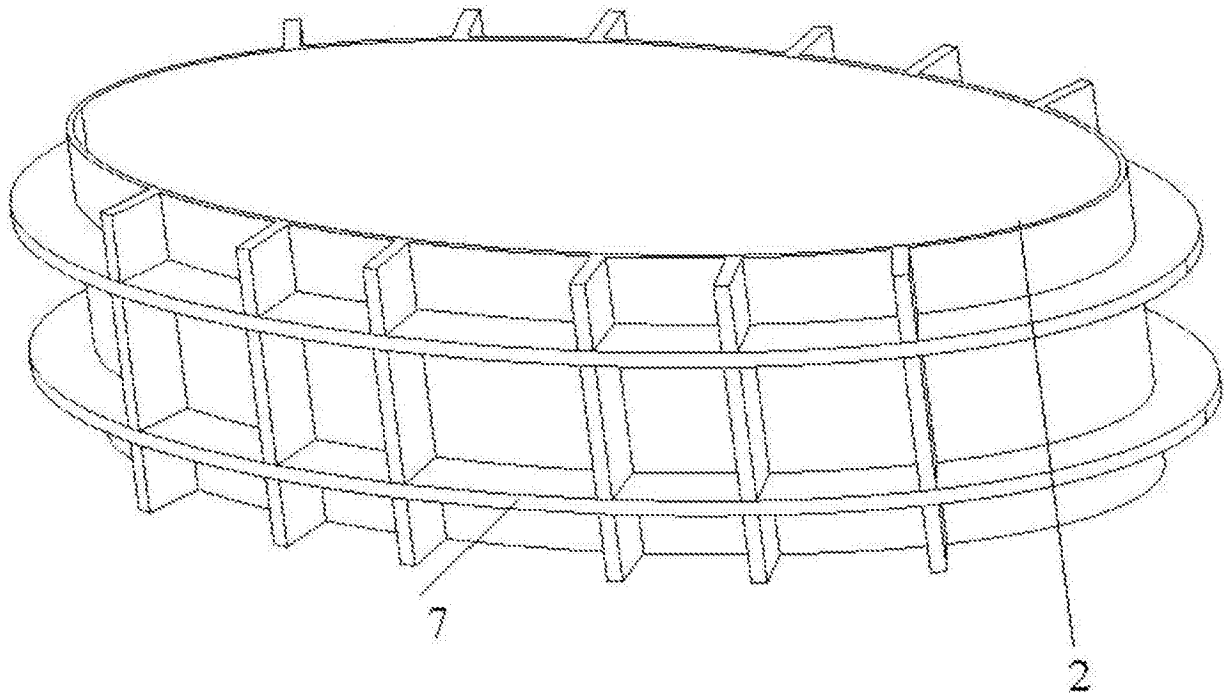


图5

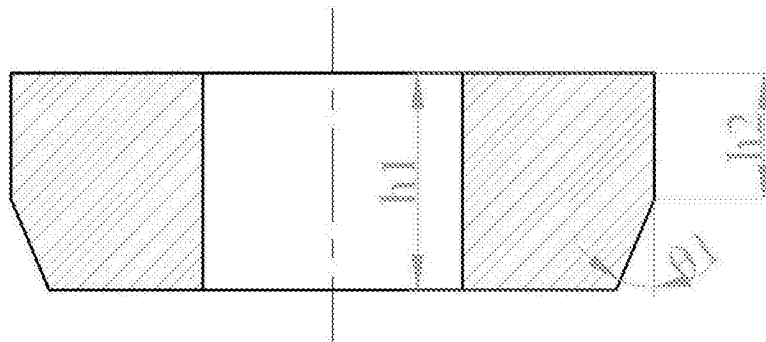


图6

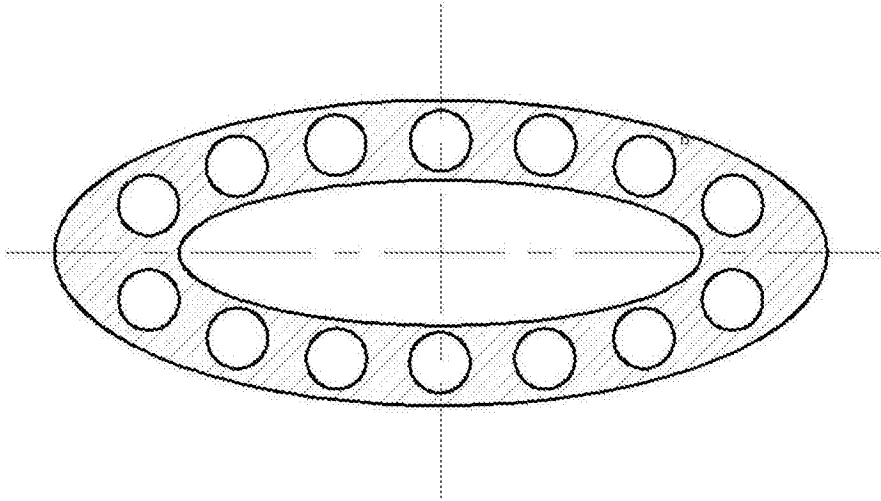


图7

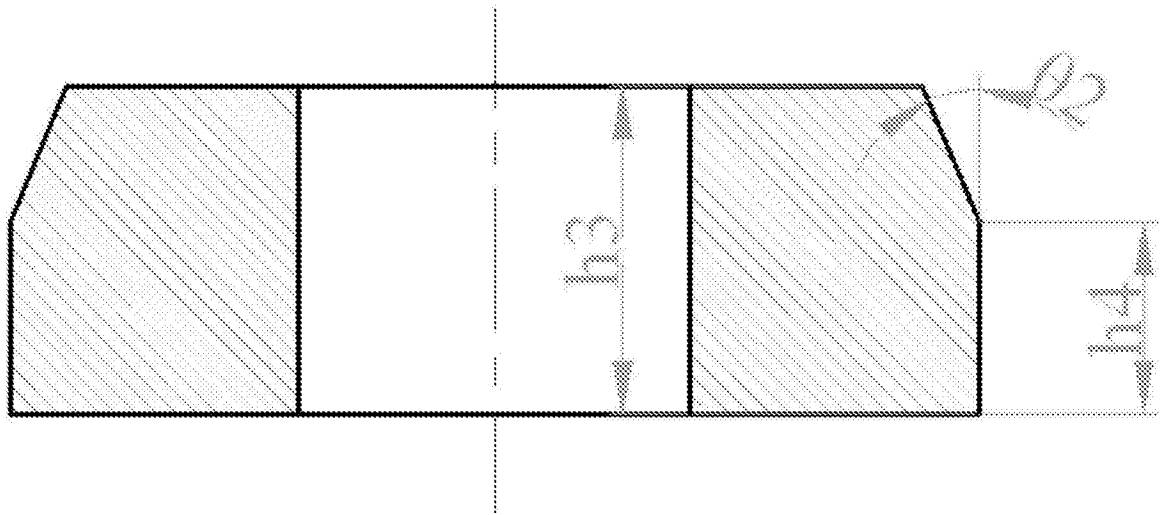


图8