



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108108535 A

(43)申请公布日 2018.06.01

(21)申请号 201711286796.1

(22)申请日 2017.12.07

(71)申请人 中国航发控制系统研究所

地址 214063 江苏省无锡市滨湖区梁溪路
792号

(72)发明人 周毅博 陆浩 王法全 王修专
陈静 储松林

(74)专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
(普通合伙) 32104

代理人 殷红梅

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

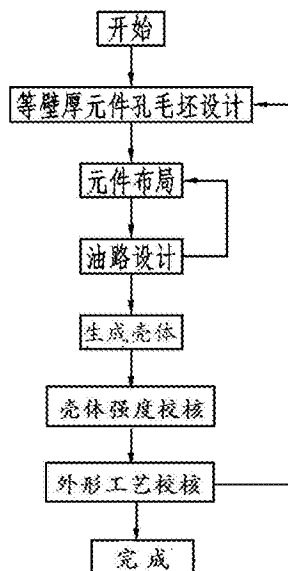
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54)发明名称

一种基于三维打印的复杂壳体设计方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,包括如下步骤:1)等壁厚元件毛坯设计;2)元件布局;3)油路设计:根据壳体原理图的油路连通信息,明确油路需要的流量,通过流量公式,计算出油路需要的截面积;4)生成壳体;5)壳体强度校核;6)外形工艺校核。本发明涉及的这种基于三维打印的复杂壳体三维设计方法,方便快捷的实现体积重量最优化壳体设计。



1. 一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 等壁厚元件毛坯设计:根据选用的壳体材料特性和负载情况,应用抗拉强度计算公式计算元件孔的壁厚值 h ;以计算出来的壁厚值 h 为放大参数,完成元件孔对应毛坯的三维结构模型;

2) 元件布局:

根据壳体原理图的元件信息,将原理图中包含的等壁厚元件孔毛坯在一个模型文件中进行布局;根据前端输入的接口要求、包络空间限制,确定各个元件的位置。

3) 油路设计:根据壳体原理图的油路连通信息,明确油路需要的流量,通过流量公式,计算出油路需要的截面积;根据壳体原理图的油路连通信息,明确油路需要连通的位置,测量分析周围元件孔和已经绘制的油路的间距,确定油路的轨迹;

然后在轨迹上建立坐标系,绘制油路截面;

每个截面根据等壁厚毛坯建模方法,绘制毛坯截面;

最后采用扫略工具,选择截面,按照轨迹进行扫略,分别形成油路模型和油路等壁厚毛坯模型;

4) 生成壳体:在完成元件布局和油路设计后,在UGS NX软件中采用求和的工具将所有的等壁厚毛坯组合成一个实体,再通过求差的工具,去除所有的元件孔和油路,完成壳体生成;

5) 壳体强度校核:通过有限元仿真,对生成的壳体进行强度校核,根据强度仿真计算结果,对强度超标和应力集中区域,采用添加结构支撑、加强筋和倒圆的方式进行优化;

6) 外形工艺校核:确定三维打印成型方向,根据成型方向评估工艺支撑结构及其去除方式,根据评估结果,将无法去除的工艺支撑以结构支撑的方式在壳体外形中添加完成三维打印成型的工艺性校核。

2. 如权利要求1所述的一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,其特征在于:

所述步骤1中的抗拉强度计算公式为: $h = F / (\sigma * b)$,其中 h 是壳体壁厚值, F 是负载力, σ 是材料的抗拉强度极限, b 是负载力受力截面宽度。

3. 如权利要求1所述的一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,其特征在于:所述步骤

3)中的流量公式为: $Q = \mu A \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$,其中 Q 是流量; μ 是粘性系数, A 是流通面积, Δp 是油路两端的压力差。

4. 如权利要求1所述的一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,其特征在于:所述步骤3)中油路设计的轨迹不受直孔限制,轨迹为任意光滑过渡的空间曲线,曲线任意位置的曲率不小于油路毛坯在弯曲方向的径向长度。

5. 如权利要求3所述的一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,其特征在于:油路两端的压力差 Δp 不大于0.05MPa。

6. 如权利要求3所述的一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,其特征在于:粘性系数 μ 取0.65。

7. 如权利要求1所述的一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,其特征在于:所述截面采用圆形、矩形或椭圆形,所述截面面积不小于计算出来的最小流通面积。

一种基于三维打印的复杂壳体设计方法

技术领域

[0001] 本发明属于液压机械技术领域,涉及一种基于三维打印的液压机械装置复杂壳体设计方法。

背景技术

[0002] 液压机械装置是发动机控制系统的重要组成部分。体积小、重量轻等苛刻的要求使得液压机械装置的结构极为复杂。由于液压机械装置的安装位置和重量的限制,结构更紧凑,布局更复杂,使得设计工作难度加大;而在液压机械装置总重量中,壳体重量占到了50%—60%。

[0003] 以往,进行壳体三维设计是以减材的形式生成,在一个较大的毛坯上将元件孔和外形通过求差的方式一步步去除,体积重量的优化不单受到加工工艺限制,还很大程度的受到设计员的设计状态影响,需要设计员去发掘、寻找能够减重的部分,并考虑传统加工工艺是否可以完成,再进行减重设计。这个过程,没有正向设计方法支持,只能依靠设计员自身能力,往往当重量无法满足输入需求时,为了进行减重设计,需要耗费大量时间,影响型号研制进度。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种基于三维打印的复杂壳体三维设计方法,能够发挥三维打印技术优势,方便快捷的实现体积重量最优化壳体设计。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,其特征在于,

[0007] 包括如下步骤:

[0008] 1) 等壁厚元件毛坯设计:根据选用的壳体材料特性和负载情况,应用抗拉强度计算公式计算元件孔的壁厚值 h ;以计算出来的壁厚值 h 为放大参数,完成元件孔对应毛坯的三维结构模型;

[0009] 2) 元件布局:

[0010] 根据壳体原理图的元件信息,将原理图中包含的等壁厚元件孔毛坯在一个模型文件中进行布局;根据前端输入的接口要求、包络空间限制,确定各个元件的位置。

[0011] 3) 油路设计:根据壳体原理图的油路连通信息,明确油路需要的流量,通过流量公式,计算出油路需要的截面积;根据壳体原理图的油路连通信息,明确油路需要连通的位置,测量分析周围元件孔和已经绘制的油路的间距,确定油路的轨迹;

[0012] 然后在轨迹上建立坐标系,绘制油路截面;

[0013] 每个截面根据等壁厚毛坯建模方法,绘制毛坯截面;

[0014] 最后采用扫略工具,选择截面,按照轨迹进行扫略,分别形成油路模型和油路等壁厚毛坯模型;

[0015] 4) 生成壳体:在完成元件布局 and 油路设计后,在UGS NX软件中采用求和的工具将

所有的等壁厚毛坯组合成一个实体,再通过求差的工具,去除所有的元件孔和油路,完成壳体生成;

[0016] 5) 壳体强度校核:通过有限元仿真,对生成的壳体进行强度校核,根据强度仿真计算结果,对强度超标和应力集中区域,采用添加结构支撑、加强筋和倒圆的方式进行优化;

[0017] 6) 外外形工艺校核:确定三维打印成型方向,根据成型方向评估工艺支撑结构及其去除方式,根据评估结果,将无法去除的工艺支撑以结构支撑的方式在壳体外形中添加完成三维打印成型的工艺性校核。

[0018] 对上述方案的进一步改进,所述步骤1中的抗拉强度计算公式为: $h=F/(\sigma*b)$,其中h是壳体壁厚值,F是负载力, σ 是材料的抗拉强度极限,b是负载力受力截面宽度。

[0019] 对上述方案的进一步改进,所述步骤3)中的流量公式为: $Q = \mu A \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$,其中Q是流量; μ 是粘性系数,A是流通面积, Δp 是油路两端的压力差。

[0020] 对上述方案的进一步改进,油路设计的轨迹不受直孔限制,轨迹为任意光滑过渡的空间曲线,曲线任意位置的曲率不小于油路毛坯在弯曲方向的径向长度。

[0021] 对上述方案的进一步改进,油路两端的压力差 Δp 不大于0.05MPa。

[0022] 对上述方案的进一步改进,粘性系数 μ 取0.65。

[0023] 对上述方案的进一步改进,所述截面采用圆形、矩形或椭圆形,截面面积不小于计算出来的最小流通面积。

[0024] 本发明的有益效果:

[0025] 1) 克服了传统制造加工工艺的限制,油路的设计受到重重约束,使得壳体在体积重量上的优化极其困难的问题,能够在保证流通面积和流场特性的前提下,最大程度上进行油路优化设计。

[0026] 2) 克服了传统壳体设计是以减材的形式生成,在一个较大的毛坯上将元件孔和外形通过求差的方式一步步去除,体积重量的优化不单受到加工工艺限制,还很大程度的受到设计员的设计状态影响的情况。

[0027] 该工艺方法操作简便,一次性投入,批量生产成本低,效率高,市场前景广阔,适用于各个类似产品。

附图说明

[0028] 图1是基于三维打印的新型壳体设计方法的流程。

[0029] 图2是元件孔示例。

[0030] 图3是元件孔毛坯示例。

[0031] 图4是元件孔毛坯与元件孔求差之后的示意图。

[0032] 图5异形变截面空间油路三维示例。

[0033] 图6异形变截面空间油路二维示例。

[0034] 图7、图8、图9分别是图6中3、4、5截面的形状示意。

[0035] 图10是壳体设计中元件孔与油路布局完成后的示例。

[0036] 图11是壳体设计中元件孔与油路毛坯的示例。

[0037] 图12是壳体生成后的模型示例。

[0038] 图13是外形优化后的模型示例。

[0039] 图中所示:1、元件孔,2、等壁厚包络。

具体实施方式

[0040] 下面结合具体附图和实施例对本发明作进一步说明。如图1-13所示,

[0041] 本发明提供一种基于三维打印的复杂壳体设计方法,包括如下步骤:

[0042] 1) 等壁厚元件毛坯设计:根据选用的壳体材料特性和负载情况,应用抗拉强度计算公式计算元件孔的壁厚值 h ;以元件设计人员根据元件功能性能需求完成的元件孔三维结构模型为基础,在UGS NX软件或者其他三维结构建模软件中,应用“模型放大”或“草图偏置曲线”相关工具,以计算出来的壁厚值 h 为放大(偏置)参数,完成元件孔对应毛坯的三维结构模型;

[0043] 等壁厚包络规则,即认为材料均匀且各向同性的前提下,材料的多少,很大程度上决定了结构强度,通过前期的研究工作,可以总结出不同的液压负载所需要的材料厚度,以此作为结构设计思路,在功能性能设计的基础上,采用以相等壁厚往外增材的形式,来完成等壁厚包络设计。

[0044] 图2为根据功能性能需求设计的元件孔模型示意图,以元件孔作为基础,将每个面以一定距离(一般是4mm)外扩,形成等壁厚元件孔毛坯模型(如图3),图4是等壁厚元件孔毛坯和元件孔求差后的截面示意图,1为元件孔,2为等壁厚包络。

[0045] 2) 元件布局:

[0046] 根据壳体原理图的元件信息,将原理图中包含的等壁厚元件孔毛坯在一个模型文件中进行布局;根据前端输入的接口要求、包络空间限制,确定各个元件的位置。

[0047] 3) 油路设计:根据壳体原理图的油路连通信息,明确油路需要的流量,通过流量公式,计算出油路需要的截面积;根据壳体原理图的油路连通信息,明确油路需要连通的位置,测量分析周围元件孔和已经绘制的油路的间距,确定油路的轨迹;

[0048] 然后在轨迹上建立坐标系,绘制油路截面;

[0049] 每个截面根据等壁厚毛坯建模方法,绘制毛坯截面;

[0050] 最后采用扫略工具,选择截面,按照轨迹进行扫略,分别形成油路模型和油路等壁厚毛坯模型;

[0051] 其中油路的轨迹不受直孔限制,为任意光滑过渡的空间曲线,曲线任意位置的曲率不小于油路毛坯在弯曲方向的径向长度

[0052] 采用异形变截面空间油路的设计方法,能够在保证流通面积和流场特性的前提下,最大程度上进行油路优化设计。空间油路能够取消不必要的辅助元件,异形变截面能够使元件、油路的布局更加紧凑。异形变截面空间油路也以等壁厚包络的形式进行设计,形成等壁厚异形变截面空间油路毛坯。

[0053] 图5是一条异形变截面空间油路模型(其中油路的等壁厚包络毛坯未显示),该油路是通过多个不同形状截面,延一条空间曲线扫略而成,在保证油路流通面积不变的前提下,在不同位置调整油路的宽度或者高度,用以适应复杂壳体的体积要求。图6是该油路的二维投影图,图7、图8、图9分别是图6中3、4、5截面的形状。

[0054] 4) 生成壳体:在完成元件布局和油路设计后,在UGS NX软件或者其他结构三维建

模软件中采用求和的工具将所有的等壁厚毛坯组合成一个实体,再通过求差的工具,去除所有的元件孔和油路,完成壳体生成;

[0055] 本方法,以等壁厚元件孔和油路毛坯作为基础,将元件孔和油路的毛坯求和,再求差元件孔和油路,即形成了壳体模型。这种方式形成的壳体,是保证壁厚的前提下,体积最小的壳体。图10是所有元件孔和油路模型,图11是所有等壁厚元件孔和油路毛坯模型,将图11中的毛坯求和,再求差图10中的元件孔和油路,即形成了图12中的壳体,完成壳体生成。

[0056] 5) 壳体强度校核:通过有限元仿真,对生成的壳体进行强度校核,根据强度仿真计算结果,对强度超标和应力集中区域,采用添加结构支撑、加强筋和倒圆的方式进行优化;

[0057] 6) 外形工艺校核:确定三维打印成型方向,根据成型方向评估工艺支撑结构及其去除方式,根据评估结果,将无法去除的工艺支撑以结构支撑的方式在壳体外形中添加完成三维打印成型的工艺性校核。

[0058] 壳体外形优化是考虑铸造、机加等成型方式的一种工艺性设计。本方法中,由于前期体积重量进行了最优化,在外形设计时,除了类似传统壳体设计方法的考虑三维打印成型工艺的工艺性设计内容外,还需要对产品整体的强度、刚度进行考核,在薄弱环节添加加强筋等来提升产品的余度,保证产品的可靠性。

[0059] 对上述方案的进一步改进,所述步骤1中的抗拉强度计算公式为: $h = F / (\sigma * b)$,其中h是壳体壁厚值,F是负载力, σ 是材料的抗拉强度极限,b是负载力受力截面宽度。

[0060] 对上述方案的进一步改进,所述步骤3)中的流量公式为: $Q = \mu A \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$,其中Q是流量; μ 是粘性系数,A是流通面积, Δp 是油路两端的压力差。

[0061] 对上述方案的进一步改进,油路两端的压力差 Δp 不大于0.05MPa。

[0062] 对上述方案的进一步改进,粘性系数 μ 取0.65。

[0063] 对上述方案的进一步改进,所述截面采用圆形、矩形或椭圆形,截面面积不小于计算出来的最小流通面积。

[0064] 以下将对本发明的实施例给出详细的参考。尽管本发明通过这些实施方式进行阐述和说明,但需要注意的是本发明并不仅仅只局限于这些实施方式。相反,本发明涵盖后附权利要求所定义的发明精神和发明范围内的所有替代物、变体和等同物。

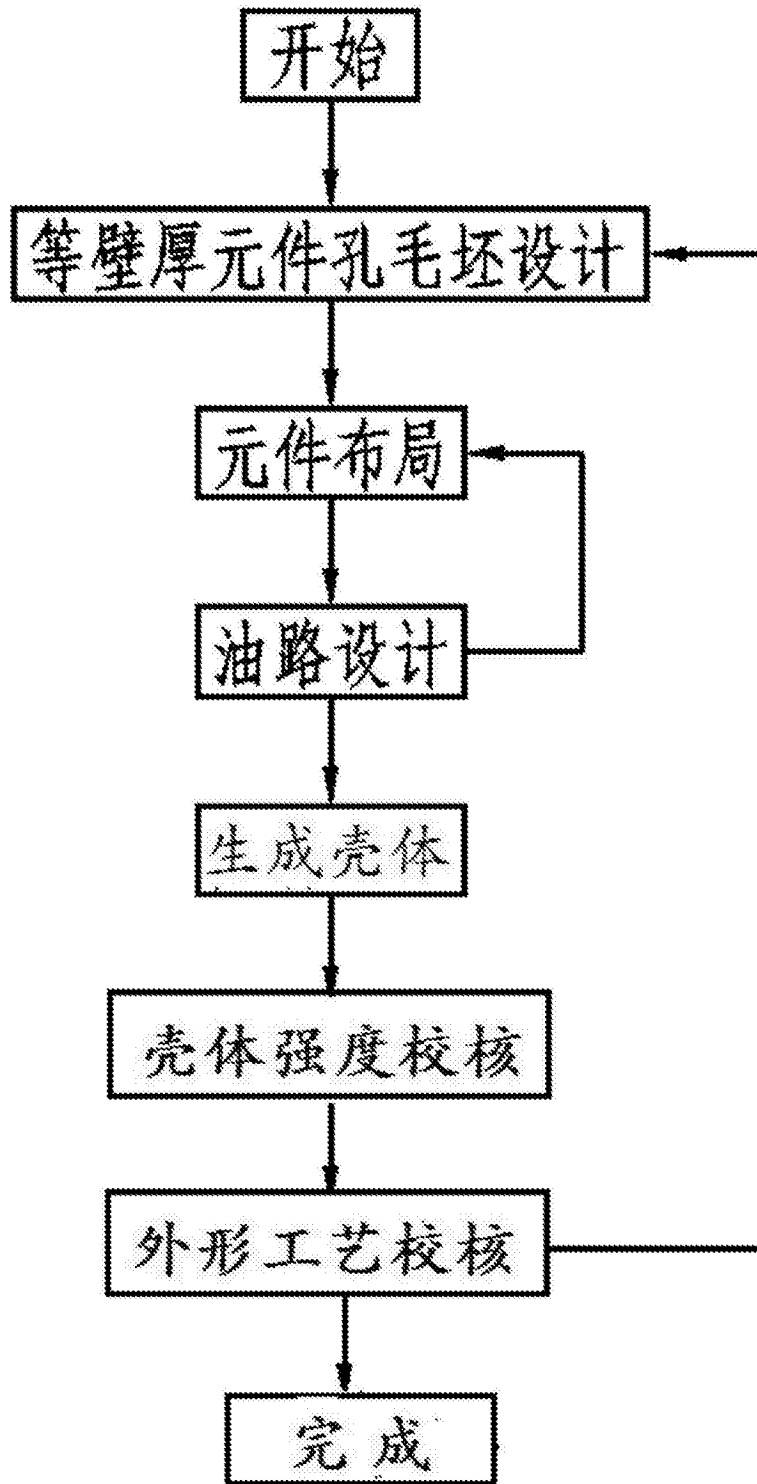


图1

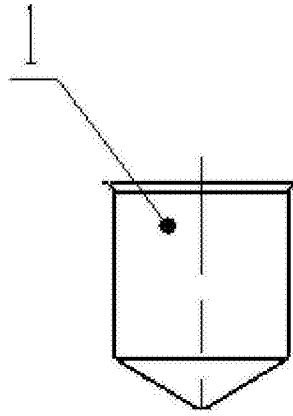


图2

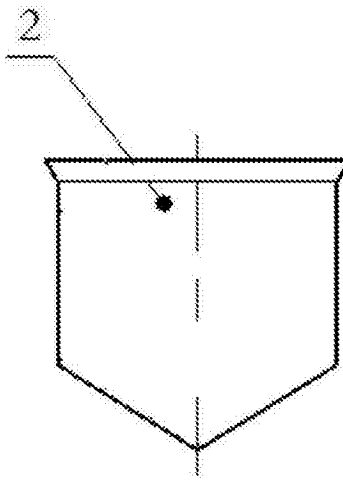


图3

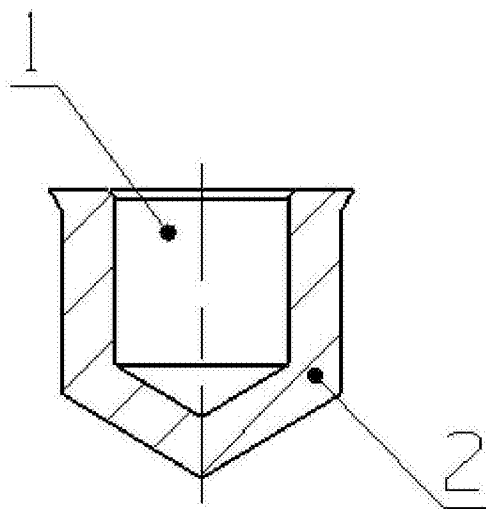


图4

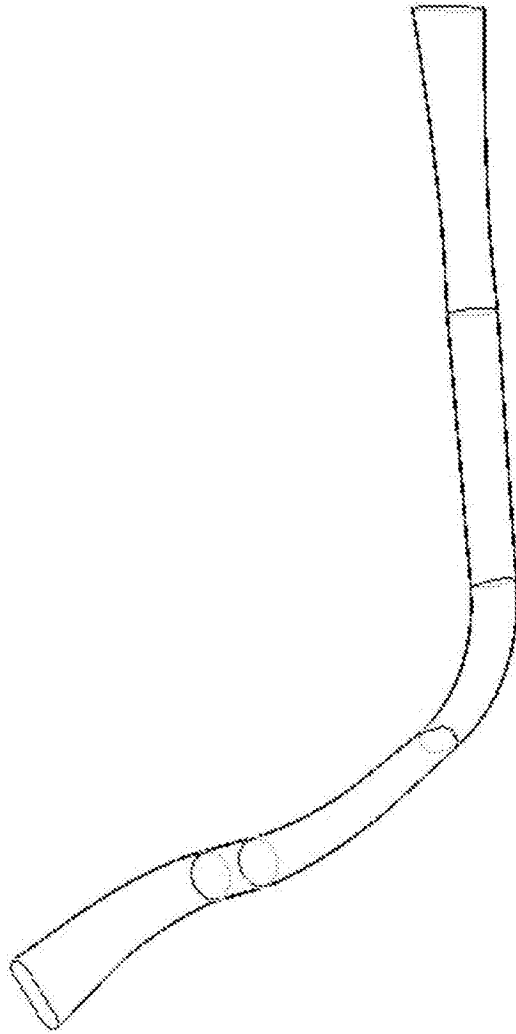


图5

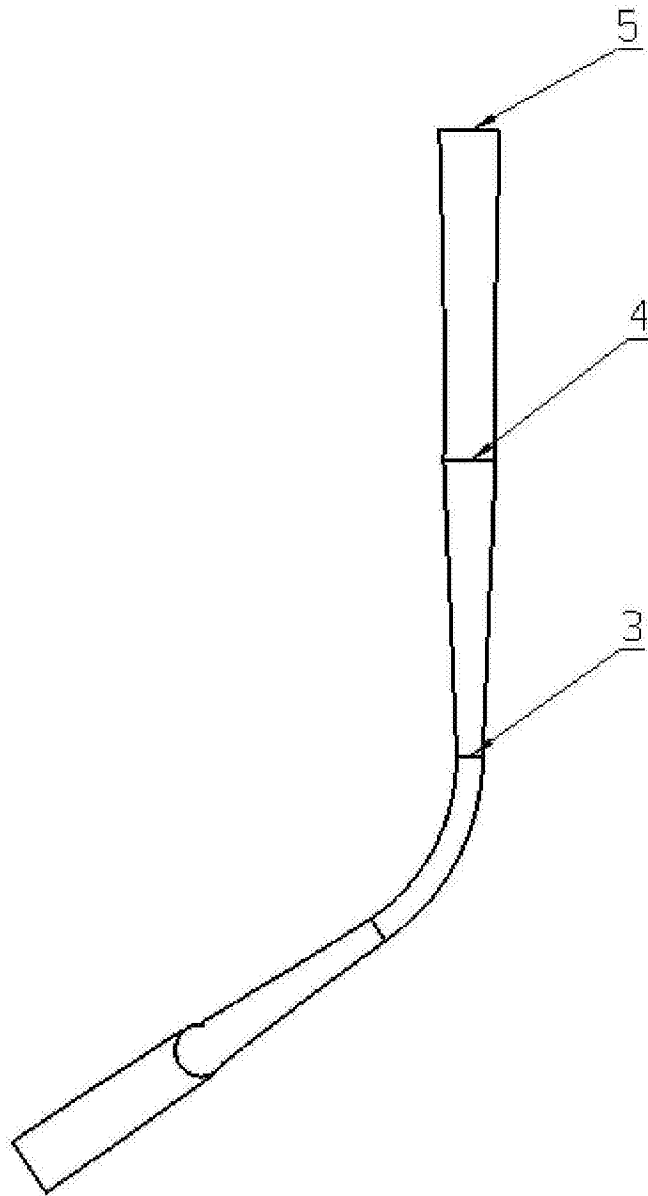


图6

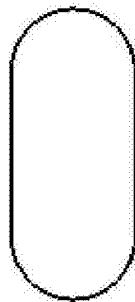


图7

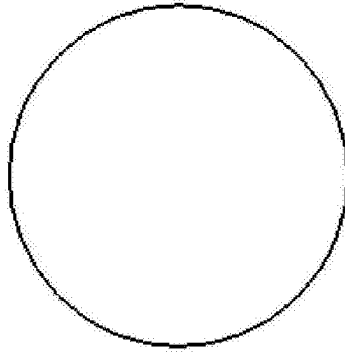


图8



图9

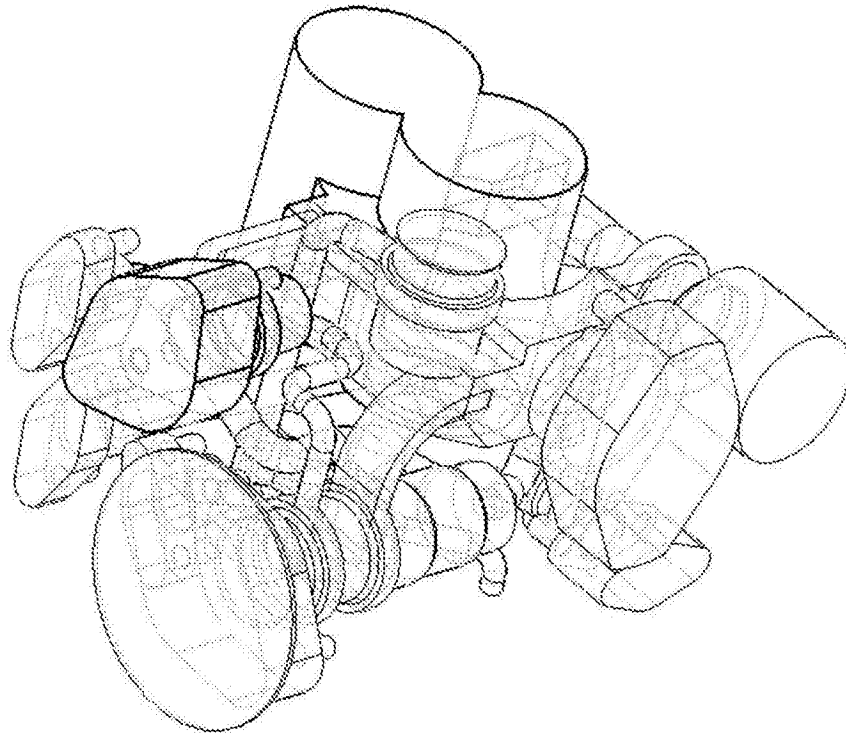


图10

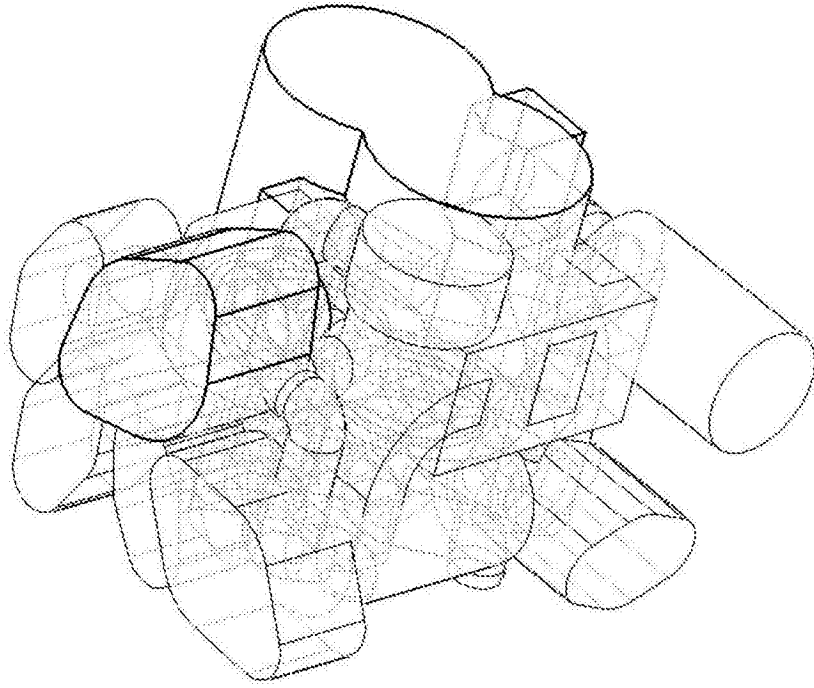


图11

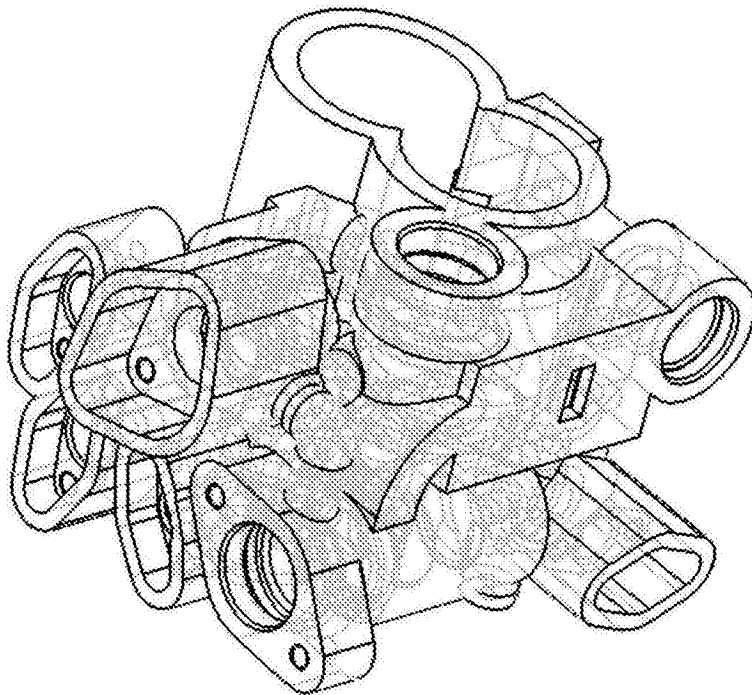


图12

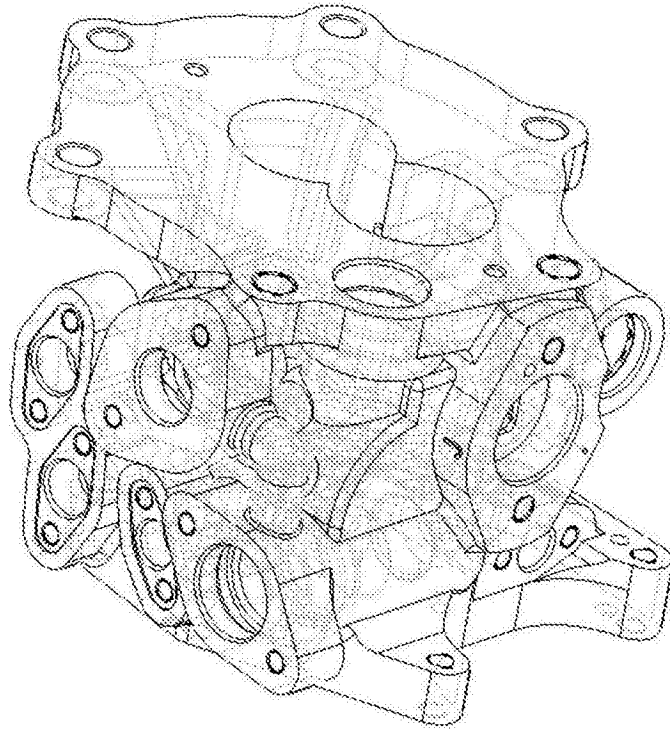


图13