



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 205002948 U

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201520517064. 9

(22) 申请日 2015. 07. 16

(73) 专利权人 北京强度环境研究所

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 左祥昌 付肇庆 周礼洋 冯颖川

苏里 李艳芬 张永亮 闫世杰

(74) 专利代理机构 核工业专利中心 11007

代理人 王洁

(51) Int. Cl.

G01M 7/06(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

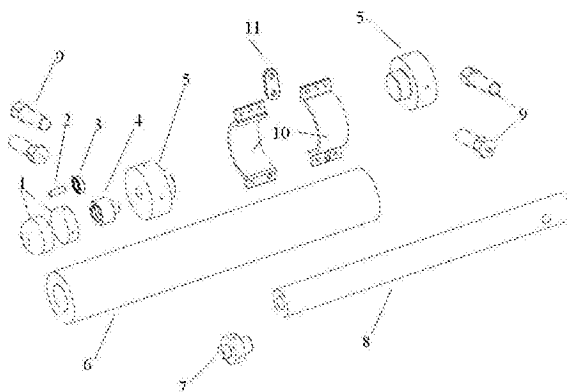
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置

(57) 摘要

本实用新型属于脉冲激励源激励装置,具体涉及一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置。技术方案:装置设计为悬挂摆锤结构,便于人员的操作施力;设计加工了系列配套锤头,可适用于不同结构在多频段的测试中;可根据大型结构振动特性试验的需求,改变该装置的工作方式,从多种方向施加脉冲激励信号。有益效果:本实用新型设计的脉冲激励装置及其使用方法,能够快速便捷的应用于大型结构在现场工作状态下的振动特性试验测试中,提供瞬态激励;并且可以控制和调节脉冲激励的加速度幅值和冲击时间。解决了现有激振装置在大型结构上激励能量不足、低频无法加载且频响曲线粗糙的技术问题。



1. 一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,其特征在于:包括激励锤头(1)、双头螺柱(2)、测力传感器(3)、传感器保护容器(4)、主杆过渡转接头(5)、主加载杆(6)、操作把手(9)和悬挂卡箍(10);

激励锤头(1)与测力传感器(3)连接,测力传感器(3)安装在传感器保护容器(4)内,传感器保护容器(4)通过主杆过渡转接头(5)与主加载杆(6)连接;悬挂卡箍(10)为两瓣式结构,连接固定在主加载杆(6)上,用于将整个脉冲激励装置水平或纵向悬起;主加载杆(6)上固定有一个或多个操作把手(9)。

2. 如权利要求1所述的一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,其特征在于:所述主加载杆(6)的两端均装有主杆过渡转接头(5),主加载杆(6)另一端的主杆过渡转接头(5)通过延长推杆连接头(7)与延长推杆(8)连接。

3. 如权利要求1或2所述的一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,其特征在于:所述激励锤头(1)通过双头螺柱(2)与测力传感器(3)连接。

4. 如权利要求1或2所述的一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,其特征在于:所述激励锤头(1)包括传力材料和底座。

5. 如权利要求1或2所述的一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,其特征在于:所述悬挂卡箍(10)通过吊耳(11)与起吊装置连接。

6. 如权利要求4所述的一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,其特征在于:所述传力材料为高分子化合物、高分子聚合物或金属材料。

7. 如权利要求6所述的一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,其特征在于:结构频率在0至100Hz以内,所述传力材料选用高分子化合物;80至600Hz的结构频率,所述传力材料选用高分子聚合物;500至2000Hz结构频率,所述传力材料选用铜、铝或镍。

8. 一种如权利要求1所述的大型结构振动特性试验脉冲激励装置的试验系统,其特征在于:包括被测试结构(201)、装置悬挂系统(202)、脉冲激励装置(203)、试验现场固定支架(204)、数据采集分析仪(205)、信号传输电缆线(206)和振动传感器(207);脉冲激励装置(203)通过装置悬挂系统(202)悬挂在试验现场固定支架(204)上,被测试结构(201)上安装有振动传感器(207),振动传感器(207)通过信号传输电缆线(206)将振动信号引入工位处数据采集分析仪(205)内,脉冲激励装置(203)的测力传感器(3)通过信号传输电缆线(206)与数据采集分析仪(205)连接。

一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于脉冲激励源激励装置,具体涉及一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置。

背景技术

[0002] 振动特性试验又称模态试验,是通过特定类型的激励方式获取产品结构的振动响应和频响函数曲线,并分析得到包括模态频率、模态振型、模态质量、阻尼等一系列结构固有的特性参数,可为结构抗震减振设计、模型修正及系统控制提供重要的数据依据。

[0003] 大型运载火箭、飞机、建筑桥梁等工程结构在设计过程中需要考虑并解决系统动力学问题。通过在工程现场实地进行模态试验测试,能够准确有效的获取结构在工作状态下的振动特性参数。大型结构在进行现场模态试验时,需要有能够提供低频、大量级的激励源。利用传统的激振器,由于动圈行程、基座的固定和安装耗时等问题,激励力无法达到有效的量级和频率。而新兴的基于时域无激励模态辨识方法存在数据获取不完备、参数辨识精度差等缺陷,其辨识的数据无法满足产品结构设计需求。因此,需要一种快速、简易、有效、低频、大量级的激励方法能够在工程现场获取满足大型结构振动特性参数。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于现有激振装置在大型结构上激励能量不足、低频无法加载且频响曲线粗糙的技术问题,提供一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置。

[0005] 实现本实用新型目的的技术方案:

[0006] 一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,包括激励锤头、双头螺柱、测力传感器、传感器保护容器、主杆过渡转接头、主加载杆、操作把手和悬挂卡箍;激励锤头与测力传感器连接,测力传感器安装在传感器保护容器内,传感器保护容器通过主杆过渡转接头与主加载杆连接;悬挂卡箍为两瓣式结构,连接固定在主加载杆上,用于将整个脉冲激励装置水平或纵向悬起;主加载杆上固定有一个或多个操作把手。

[0007] 所述主加载杆的两端均装有主杆过渡转接头,主加载杆另一端的主杆过渡转接头通过延长推杆接头与延长推杆连接。

[0008] 所述激励锤头通过双头螺柱与测力传感器连接。

[0009] 所述激励锤头包括传力材料和底座。

[0010] 所述悬挂卡箍通过吊耳与起吊装置连接。

[0011] 所述传力材料为高分子化合物、高分子聚合物或金属材料。结构频率在 0 至 100Hz 以内,所述传力材料选用高分子化合物;80 至 600Hz 的结构频率,所述传力材料选用高分子聚合物;500 至 2000Hz 结构频率,所述传力材料选用铜、铝、镍或其他金属材料。

[0012] 本实用新型还提供了一种如上所述的大型结构振动特性试验脉冲激励装置的试验系统,包括被测试结构、装置悬挂系统、脉冲激励装置、试验现场固定支架、数据采集分析仪、信号传输电缆线和振动传感器;脉冲激励装置通过装置悬挂系统悬挂在试验现场固定

支架上,被测试结构上安装有振动传感器,振动传感器通过信号传输电缆线将振动信号引入工位处数据采集分析仪内,脉冲激励装置的测力传感器通过信号传输电缆线与数据采集分析仪连接。

[0013] 本实用新型的有益效果在于:

[0014] 本实用新型解决了传统的激振器激励方式在大型结构上激励能量不足、低频无法加载、频响曲线粗糙等问题。装置设计为悬挂摆锤结构,便于人员的操作施力;设计加工了系列配套锤头,可适用于不同结构在多频段的测试中;可根据大型结构振动特性试验的需求,改变该装置的工作方式,从多种方向施加脉冲激励信号。本实用新型设计的脉冲激励装置及其使用方法,能够快速便捷的应用于大型结构在现场工作状态下的振动特性试验测试中,提供瞬态激励;并且可以控制和调节脉冲激励的加速度幅值和冲击时间。

附图说明

[0015] 图1为本实用新型的结构组成示意图;

[0016] 图2为本实用新型水平激励工作状态示意图;

[0017] 图3为本实用新型纵向激励工作状态示意图;

[0018] 图4为大型结构振动特性试验脉冲激励装置的试验系统组成图;

[0019] 图5试验过程中脉冲激励装置激振的功率谱密度能量曲线;

[0020] 图6试验过程中脉冲激励装置激振力时域幅值图。

[0021] 图中,1-激励锤头,2-双头螺柱,3-测力传感器,4-传感器保护容器,5-主杆过渡转接头,6-主加载杆,7-延长推杆连接头,8-延长推杆,9-操作把手,10-悬挂卡箍,11-吊耳,201-被测试结构、202-装置悬挂系统、203-脉冲激励装置、204-试验现场固定支架、205-数据采集分析仪、206-信号传输电缆线、207-振动传感器。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和实施例对本实用新型做进一步详细说明。

[0023] 本实施例提供了一种大型结构振动特性试验脉冲激励装置,属于振动特性试验系统中激振分系统。其结构组成如图1所示,包括激励锤头1、双头螺柱2、测力传感器3、传感器保护容器4、主杆过渡转接头5、主加载杆6、延长推杆连接头7、延长推杆8、操作把手9、悬挂卡箍10和吊耳11。该装置的工作方式包括水平和纵向激励两种。图2和图3所示为该装置的两种工作方式,通过变换悬吊位置,能够实现对试验结构在多个方向上的激励。

[0024] 激励锤头1通过双头螺柱2与测力传感器3连接,激励锤头1为可更换部段,激励锤头1设计由整套系列组成,适用于不同结构在多频段的动特性测试中。激励锤头1包括固定连接的传力材料和底座;传力材料为球头形状,传力材料直接与被测试结构碰撞接触,其力学性能对测试曲线的质量起到决定作用;通常情况下,结构频率在0至100Hz以内,传力材料选用高弹性的高分子化合物;80至600Hz的结构频率,传力材料选用硬度稍大的高分子聚合物;500至2000Hz结构频率,传力材料选用铜、铝或镍等金属材料作锤头;

[0025] 激励锤头1的底座为圆柱形状,可与锤头相匹配,通过双头螺柱2与力传感器3固定连接,在需要更换激励锤头1时,仅需通过断开双头螺柱2与底座的连接即可实现拆卸,操作方便快捷。

[0026] 测力传感器 3 被安装在传感器保护容器 4 内,避免测试力信号受到外界干扰;测力传感器 3 尺寸、型号、量程和频响范围根据被测试结构的特性进行设计选型。

[0027] 传感器保护容器 4 上部为圆筒状结构,圆筒的侧壁具有一个豁口,下部具有外螺纹的圆柱体结构,测力传感器 3 的信号传输电缆从传感器保护容器 4 上部圆筒侧壁的豁口内引出。

[0028] 主加载杆 6 是脉冲激励装置的主体,主加载杆 6 为实心圆柱,两底面分别有公制粗牙内螺纹孔,用于连接主杆过渡转接头 5。

[0029] 主杆过渡转接头 5 为二级台阶状同轴圆柱体,凸起的一端通过公制粗牙螺纹方式与主加载杆 6 固定连接;主杆过渡转接头 5 的另一端底面加工有内螺纹孔,用于与装置其余部件相连;一个主杆过渡转接头 5 与传感器保护容器 4 连接,另一个与延长推杆连接头 7 连接。

[0030] 悬挂卡箍 10 用于将整个脉冲激励装置水平或纵向悬起,以改变脉冲激励装置的工作方式;悬挂卡箍 10 为两个半圆环形结构,通过螺钉连接固定在主加载杆 6 上;通过吊耳 11 与起吊装置连接,通过改变吊耳 11 的安装方式能够实现本实施例脉冲激励装置在不同方向的使用,如图 2 和图 3 所示,当吊耳 11 与主加载杆 6 垂直安装时,为水平起吊,当吊耳 11 与主加载杆 6 平行安装时,为垂直起吊。

[0031] 延长推杆 8 为圆筒状结构,在水平激励方式时通过延长推杆连接头 7 与主加载杆 6 一端的主杆过渡转接头 5 连接,用于保证施加脉冲激励载荷时控制加载施力点位置,保持装置平衡,提高脉冲激励装置的工作范围;在竖直激励方式时不安装延长推杆 8。

[0032] 操作把手 9 为圆柱体结构,固定安装在主加载杆 6 上,可供 2~4 人同时进行加载操作。

[0033] 本实施例的脉冲激励装置已成功应用于某新型运载火箭靶场竖立状态模态试验测试中,图 4 为脉冲激励装置现场试验系统组成图,图中 201 为运载火箭箭体/大型结构体、202 为装置悬挂系统、203 为本实用新型的大型结构振动特性试验脉冲激励装置、204 为试验现场固定支架、205 为数据采集分析仪、206 为信号传输电缆线、207 为振动传感器。脉冲激励装置通过装置悬挂系统悬挂在试验现场固定支架上,被测试结构上安装有振动传感器,振动传感器通过信号传输电缆线将振动信号引入工位处数据采集分析仪内,脉冲激励装置的测力传感器通过信号传输电缆线与数据采集分析仪连接。图 5 为脉冲激励装置多次获取的功率谱能量曲线,其能量低频段可覆盖最低 0.05Hz;图 6 为某次激振的时域幅值曲线,脉冲激励力达到了 1.4E4N。试验数据表明,本实用新型装置解决了低频大量级激励力的需求问题,实现了激励设备的快速安装调试,同时该装置完全符合运载火箭靶场发射安全操作准则,充分满足操作人员及箭体设备的安全。

[0034] 应用本实施例的大型结构振动特性试验脉冲激励装置的试验操作步骤为:1、参试仪器设备的检验和标定;2、结构上测试传感器的安装和布线;3、现场脉冲激励装置的安装;4、选定激励锤头,并进行测试通道的调试;5、试验进行,数据的采集获取;6、动特性参数的分析;7、试验结束,测量激振系统的断开。具体使用方法如下:

[0035] 步骤 1. 准备工作

[0036] a、根据试验对象,选择正确量程和频响带宽的测力传感器 3,并对其进行标定校验。

[0037] b、脉冲激励装置的组装,将激励锤头 1、测力传感器 3、主杆过渡转接头 5、主加载杆 6 依次连接,安装好操作把手 9、延长推杆 8 等辅助部件。

[0038] c、试验测试工位的确定,将数据采集分析仪等设备按照要求在工位进行组装。

[0039] 步骤 2. 现场安装工作

[0040] a、在试验现场搭建稳固的支架 204,用以悬挂脉冲激励装置;支架 204 与被测试结构 201 的距离应适中,便于脉冲激励装置的正常工作,具体形式可根据现场环境确定。

[0041] b、在脉冲激励装置主加载杆 6 的重心位置安装悬挂卡箍 10 和吊耳 11,吊耳 11 与装置悬挂系统 202 连接悬挂在现场搭建的固定支架 204 处。

[0042] c、根据试验对象的结构特征,在关键位置处正确的安装振动传感器 207,并连接信号传输电缆线 206,将振动信号引入工位处数据采集分析仪 205 内。

[0043] d、将脉冲激励装置内部的测力传感器 3 连接信号传输电缆线 206,信号传输电缆线 206 引入试验测试工位处数据采集分析仪 205 内以获取力信号。

[0044] 步骤 3. 激励和响应通道调试工作

[0045] a、脉冲激励装置安装完成后,进行力通道调试工作;通过撞击被测试结构,观察力通道响应的时频曲线是否符合结构测试需求,否则更换相应的锤头。

[0046] b、在脉冲激励下,可同时获取结构振动响应的时频曲线,依次检查各响应通道的数据信号是否正常,否则进行各环节连接的故障排查。

[0047] 步骤 4. 试验进行

[0048] a、由 2 至 4 名操作人员手持操作把手,使用脉冲激励装置撞击被测试结构,获取脉冲信号;撞击应避免连击、迟滞等状况;此过程应多次重复进行,选取正常的数据进行平均处理,获得高品质的频响函数。

[0049] b、更换不同的激励位置和激励方向,获取结构完备的频域数据,这时需要重复步骤的工作,直至数据获取完整。

[0050] 步骤 5. 试验结束

[0051] a、通过试验获取的数据,分析结构的振动特性参数。

[0052] b、确认数据无误后,将试验现场脉冲激励装置撤收;所有通道电缆线断开回收。

[0053] 本实施例的大型结构振动特性试验脉冲激励装置的优点在于:

[0054] 采用特殊制作的激励锤头传力材料,脉冲激励力的量级可达 $10E4N$ 。

[0055] 根据被测试结构的刚度特性,通过更换不同的激励锤头 1,脉冲激励能量在频域有效范围可达 $0.1 \sim 1000Hz$ 。

[0056] 本实用新型装置具备两种工作方式,能满足大型结构在现场不同激励位置的需求,以获取结构完备的振动特性频响函数。

[0057] 与传统的激励器激励方式相比,在大型结构的工程现场进行振动特性试验采用脉冲激励装置更加方便快捷,减少试验激励设备的安装和调试时间。

[0058] 本实用新型省去了功率放大环节,激励装置不需要交流强电驱动,采用直流供电方式,具备高可靠性和安全性。

[0059] 显然,本领域的技术人员可以对本实用新型进行各种改动和变型而不脱离本实用新型的精神和范围。倘若这些修改和变型属于本实用新型权利要求及其等同技术的范围之内,则本实用新型也意图包含这些改动和变型在内。

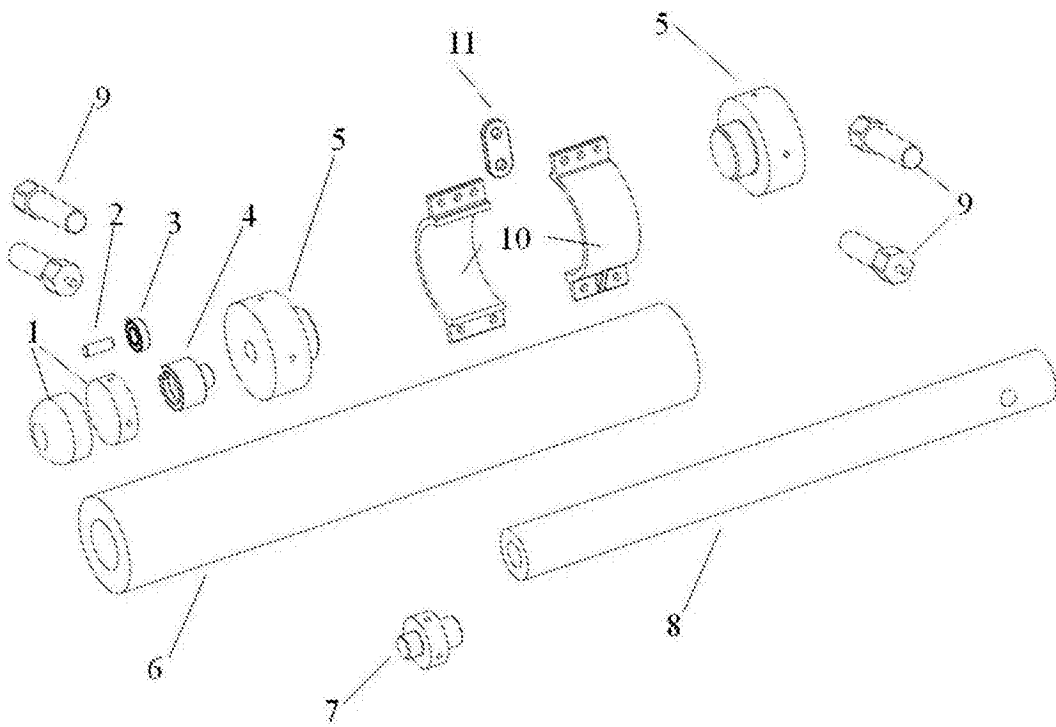


图 1

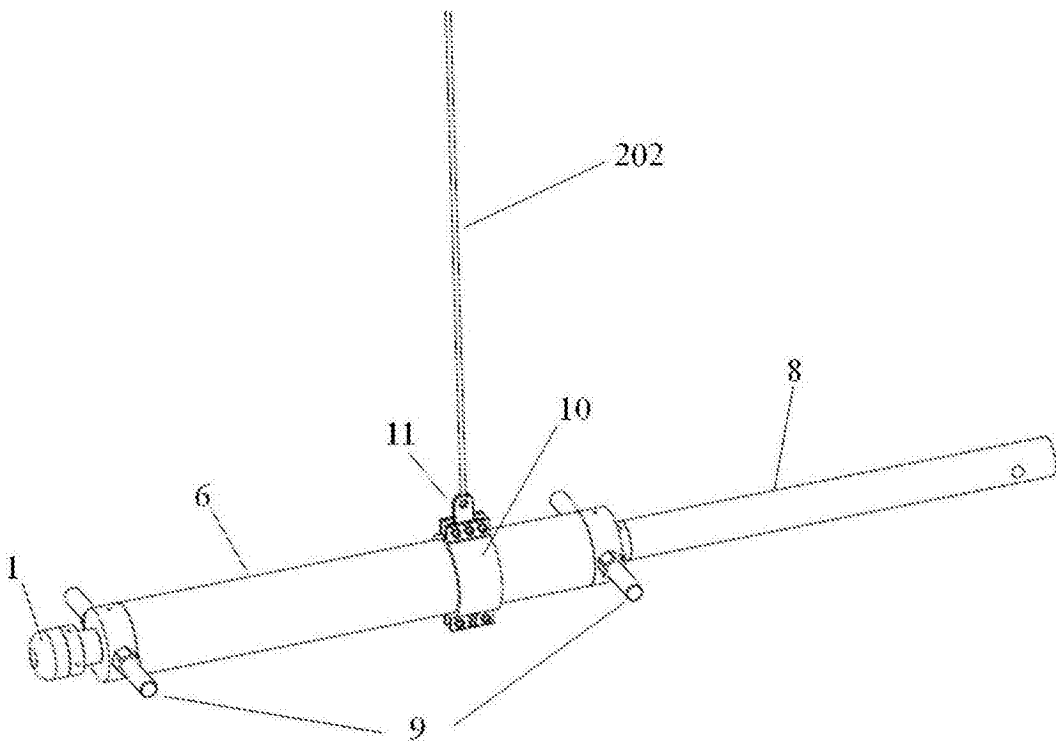


图 2

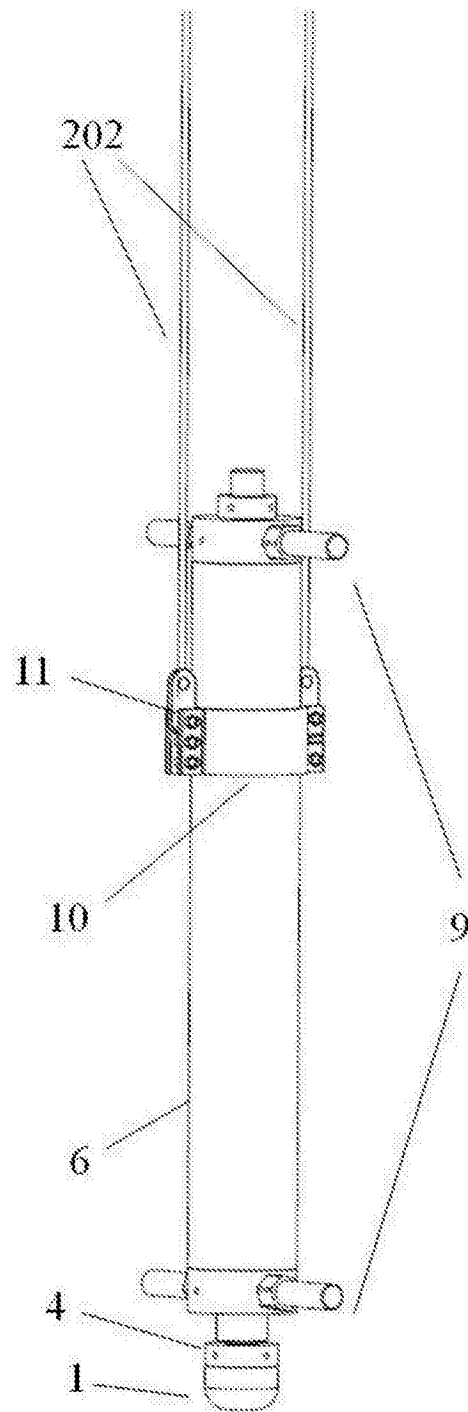


图 3

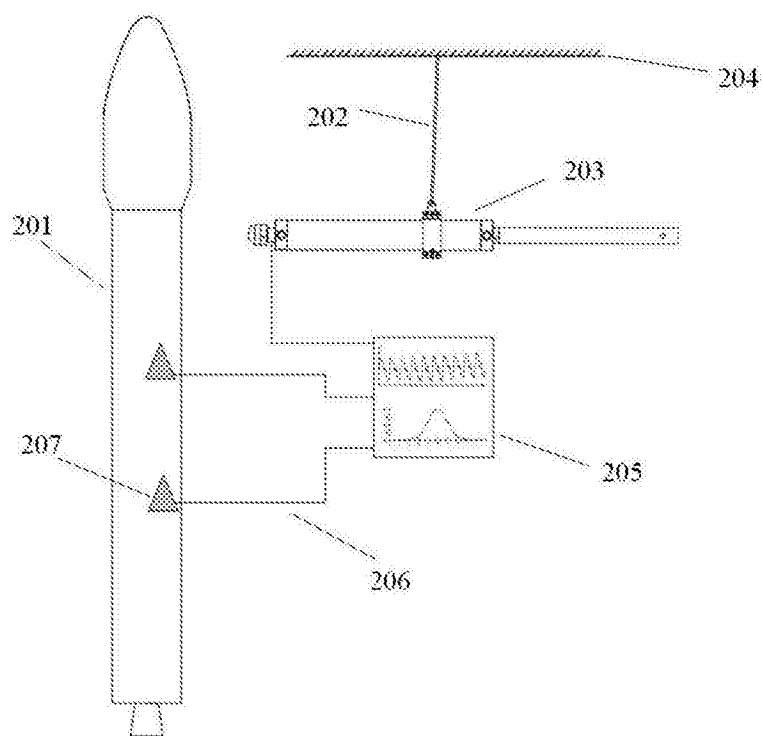


图 4

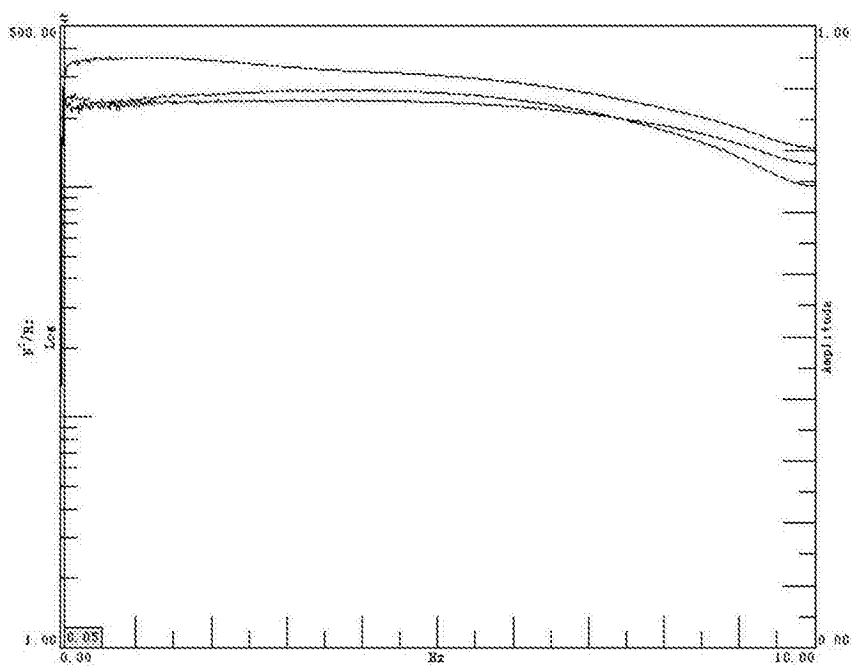


图 5

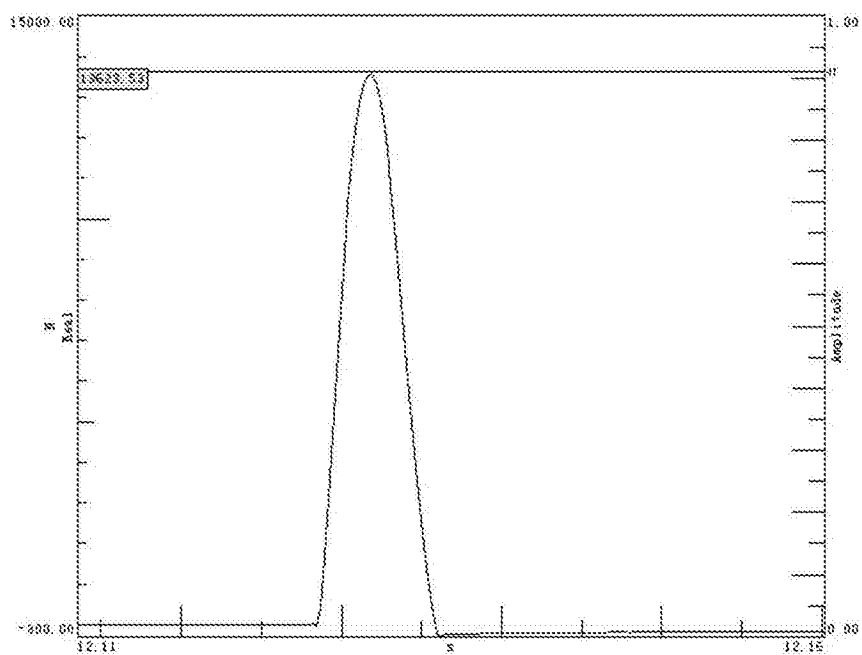


图 6