



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206169044 U

(45)授权公告日 2017.05.17

(21)申请号 201621226630.1

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2016.11.15

(73)专利权人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 李燕乐 张广 陈晓晓 孙杰
国凯 李剑峰

(74)专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限
公司 37219

代理人 王绪银

(51)Int.Cl.

B21D 31/00(2006.01)

B22F 3/105(2006.01)

B33Y 30/00(2015.01)

B33Y 50/02(2015.01)

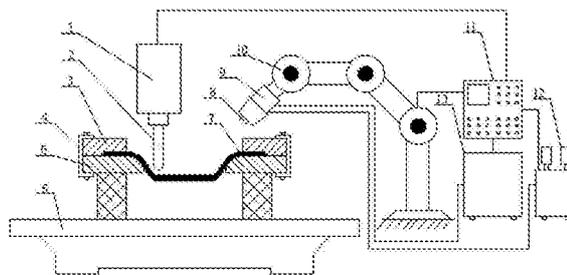
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)实用新型名称

基于渐进成形与增材制造的复杂薄壁件成形系统

(57)摘要

一种基于渐进成形与增材制造的复杂薄壁件成形系统,包括渐进成形系统和激光金属沉积系统;所述渐进成形系统包括工作台、三维移动平台和电动主轴,电动主轴安装在三维移动平台上,电动主轴上装有工具头,工作台位于电动主轴的下方,工作台上安装有夹具,夹具上设置有装夹垫板和压边圈,压边圈处于夹垫板的上面;所述激光金属沉积系统包括光纤激光器、激光头、送粉器和喷嘴,喷嘴与激光头相连,激光头与光纤激光器通过光纤连接,并通过送粉管与送粉器相连,激光头和喷嘴安装在三维移动平台或手臂机器人上。该系统可以实现复杂薄壁件的小批量、高效制造,具有节约材料、无需模具等特点,缩短了复杂薄壁件的制造周期。



1. 一种基于渐进成形与增材制造的复杂薄壁件成形系统,其特征是:包括渐进成形系统、激光金属沉积系统和控制系统;所述渐进成形系统包括工作台、三维移动平台和电动主轴,电动主轴安装在三维移动平台上,电动主轴上装有工具头,工作台位于电动主轴的下方,工作台上安装有夹具,夹具上设置有装夹垫板和压边圈,压边圈处于夹垫板的上面;所述激光金属沉积系统包括光纤激光器、激光头、手臂机器人、送粉器和喷嘴,喷嘴与激光头相连,激光头与光纤激光器通过光纤连接,并通过送粉管与送粉器相连,激光头和喷嘴安装在手臂机器人或三维移动平台上;电动主轴、三维移动平台、送粉器、激光器与手臂机器人均与控制系统连接。

2. 根据权利要求1所述基于渐进成形与增材制造的复杂薄壁件成形系统,其特征是:所述三维移动平台安装在工作台上。

3. 根据权利要求1所述基于渐进成形与增材制造的复杂薄壁件成形系统,其特征是:所述送粉器、激光器和手臂机器人均安装在工作台上。

基于渐进成形与增材制造的复杂薄壁件成形系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于对同时具有薄壁壳体以及块体特征的复杂薄壁件进行渐进成形与增材制造的成形系统,属于复合加工技术领域。

背景技术

[0002] 金属薄壁构件是机械装备轻量化的关键结构部件和重要功能部件,在交通运输(汽车、轨道交通工具、船舶)、航空航天、机床、医疗和能源装备等领域有着广泛的应用。随着高技术产业的迅速发展,对高性能、轻量化、变批量复杂形状薄壁构件的交货期和产品质量提出更高要求,使现有的成形技术受到挑战。大力开发研究新型复合数字化制造技术刻不容缓,是提高生产效率、节省资源成本的有效途径,对发展和提升轻质材料薄壁构件制造技术水平和能力具有重大战略意义。

[0003] 金属增材制造(3D打印)技术和板料柔性成形技术都依据目标构件的三维数字模型,直接制造出样件,大大降低了从设计到生产的周期,在制造金属薄壁构件上具有很多优势。

[0004] 金属增材制造技术主要是激光金属沉积成形,该方法利用产品的数学模型生成分层的截面信息,通过激光或电子束将金属粉末逐层熔结成设计的形状。

[0005] 板料柔性成形技术主要是渐进成形技术,该方法将钣金件整体成形划分为按等高线分出的多个层进行加工,每个层按照一定的轨迹成形,逐层加工出最后形状。

[0006] 两种方法都无需模具,材料利用率高,可以制造复杂薄壁构件。

[0007] 板料柔性成形后的薄壁构件虽然具有一定强度,但是仍然存在着强度有待提高的问题。而增加具有块体特征的加强筋是提高薄壁构件强度的有效方法。

[0008] 中国专利文献CN105073376A公开了一种《复合成型体的制造方法》,该方法包括:使用连续波激光以2000mm/sec以上的照射速度对所述金属成型体的接合面连续照射激光的工序;将含有在前面工序中激光照射后的金属成型体接合面的部分配置在模具内、并将待形成所述树脂体的树脂注射成型的工序;或者以待形成所述树脂成型体的树脂与含有在前面工序中激光照射后的金属成型体接合面的部分接触的状态挤压成型的工序。该复合成型体的制造方法为金属成型体和树脂成型体接合而成的复合成型体的制造方法,仍然需要使用模具。

[0009] 目前,缺乏关于金属增材制造和板料柔性成形在相互协同制造金属薄壁构件的技术,形成同时具有薄壁壳体以及块体特征的零件,能适应不同几何特征的柔性制造技术尚未见诸报道。

实用新型内容

[0010] 针对现有同时具有薄壁壳体以及块体特征的复杂薄壁件在成形技术方面存在的不足,本实用新型提供一种能够形成同时具有薄壁壳体以及块体特征零件且效率高的基于渐进成形与增材制造的复杂薄壁件成形系统。

[0011] 本实用新型的基于渐进成形与增材制造的复杂薄壁件成形系统,采用以下技术方案:

[0012] 该系统,包括渐进成形系统和激光金属沉积系统;所述渐进成形系统包括工作台、三维移动平台和电动主轴,电动主轴安装在三维移动平台上,电动主轴上装有工具头,工作台位于电动主轴的下方,工作台上安装有夹具,夹具上设置有装夹垫板和压边圈,压边圈处于夹垫板的上面;所述激光金属沉积系统包括光纤激光器、激光头、送粉器和喷嘴,喷嘴与激光头相连,激光头与光纤激光器通过光纤连接,并通过送粉管与送粉器相连,激光头和喷嘴安装在三维移动平台或手臂机器人上。

[0013] 所述三维移动平台可以安装在工作台上,也可以与工作台是分离的。

[0014] 所述送粉器、激光器和手臂机器人均可以安装在工作台上,使整个系统成为一个整体。

[0015] 本实用新型充分利用渐进成形与增材制造的优势,实现无模具、高效制造复杂薄壁零构件。通过渐进成形系统与激光金属沉积系统的协同工作,首先利用渐进成形系统对钣金构件进行塑性变形,其次利用激光金属沉积系统局部堆积材料,两套成形系统的灵活度较高,最终形成具有加强筋结构的薄壁壳体零件。在柔性成形的钣金构件上,通过局部增材制造的方法堆积材料,形成同时具有薄壁壳体以及块体特征的零件,发展能适应不同几何特征的柔性制造技术,实现复杂零件制造的可持续性。

附图说明

[0016] 图1是本实用新型基于渐进成形与增材制造的金属构件复合成形系统的结构示意图。

[0017] 图2是本实用新型复合成形的复杂薄壁零构件的示意图。

[0018] 图中:1.三维移动电动主轴;2.工具头;3.压边圈;4.夹具;5.垫板;6.工作台;7.板材;8.喷嘴;9.激光头;10.手臂机器人;11.控制系统;12.送粉器;13.光纤激光器,14.薄壁壳体,15.加强筋。

具体实施方式

[0019] 本实用新型的基于渐进成形与增材制造的金属构件复合成形系统,如图1所示,包括渐进成形系统、激光金属沉积系统和控制系统11。

[0020] 渐进成形系统,包括工作台6、三维移动平台和电动主轴1。三维移动平台可以安装在工作台6上,也可以与工作台6是分离的。电动主轴1安装在三维移动平台(图中未画出)上,电动主轴1和三维移动平台均与控制系统11连接,控制系统11控制三维移动平台带动电动主轴1在X、Y、Z方向上实现三维平移转动,控制系统11控制电动主轴1的旋转运动。电动主轴1装有工具头2,工具头2的工作端为半球状,用于挤压板材使之变形。工具头2在电动主轴1的带动下按照预先编制的渐进成形运动轨迹运行。工作台6位于电动主轴1的下方,工作台6上安装有夹具4。夹具4用于装夹垫板5和压边圈3,垫板3安装在夹具4上,压边圈3处于夹垫板5的上面。垫板5和压边圈3用于压紧板材7。垫板5位于板材7的底部并与其接触提供变形支撑。压边圈3位于板材7的上部并与其接触提供预压,压边圈3压在板材7无需变形的区域,压住板材7,压边圈3由夹具4夹紧。夹具4通过螺栓夹紧压边圈3和垫板5,形成螺栓紧固连

接,保证对板材7压紧作用。通过夹具4将压边圈3、夹垫板5以及置于压边圈3和夹垫板5中间的板材7压紧固定。

[0021] 激光金属沉积系统,包括光纤激光器13、激光头9、手臂机器人10、送粉器12和喷嘴8。喷嘴8与激光头9相连,为同轴送粉喷嘴,可以实现实现激光-送粉同轴作业。激光头9与光纤激光器13通过光纤连接,并通过送粉管与送粉器12相连,实现同步送粉。光纤激光器13提供金属沉积所需能量。激光头9和喷嘴8安装在手臂机器人10上,实现同步送粉多自由度沉积。送粉器12、激光器13与手臂机器人10均与控制系统11连接,通过控制系统11控制送粉器12、激光器13与手臂机器人10运行,实现三者相互协同工作,可以灵活运动。

[0022] 送粉器12、激光器13和手臂机器人10均可以安装在工作台6上,使整个系统成为一个整体。

[0023] 也可以省掉手臂机器人10,使激光头9和喷嘴8安装在三维移动平台上,使激光头9和喷嘴8在三维移动平台上实现三维运动。

[0024] 控制系统11对渐进成形系统与激光金属沉积系统进行控制,使之进行协调工作。

[0025] 以下以图2所示的具有碗形薄壁壳体14以及底部十字形加强筋15(块体特征)的复杂薄壁件为例详细说明上述系统对复杂薄壁件复合成形的具体过程。

[0026] 一.对薄壁壳体14成形

[0027] (1)根据图2所示复杂薄壁件中碗形薄壁壳体14的展开要求,将薄壁壳体14成形所需板材7划分为变形区域与无需变形区域。

[0028] (2)将板材7置于垫板5和压边圈3之间,在板材7的无需变形区域下方垫上垫板5,上方放上压边圈3,通过夹具4将垫板5、板材7和压边圈3一起夹紧。

[0029] (3)根据复杂薄壁件中的薄壁壳体14的形状和尺寸参数生成工具头2的运动轨迹。

[0030] (4)将工具头2安装到主轴上,由控制系统11控制主轴的运动,根据生成工具头2的运动轨迹对板材7进行逐层变形加工,直至加工出碗形薄壁壳体14。

[0031] 二.对薄壁壳体14增材成形

[0032] (1)根据复杂薄壁件的要求,对渐进成形的薄壁壳体14的底部需要增材制造区域进行划分,规划增材制造路径。

[0033] (2)确定增材制造工艺参数,包括激光功率、扫描速度和送粉量等。

[0034] (3)渐进成形后的薄壁壳体14保持原位不动,通过控制系统11控制手臂机器人10作业,机器人10带动激光头9按照规划的增材制造路径运行,由控制系统11控制送粉器12向激光头9送粉,控制系统11控制光纤激光器13向激光头9输出金属沉积所需能量,金属粉末通过激光在壳体上熔融沉积,按照规划路径进行加工制造,直至在薄壁壳体14的底部加工出十字形加强筋15,形成具有薄壁壳体以及块体特征的复杂薄壁件。

[0035] 图2中给出的具有薄壁壳体以及块体特征的复杂薄壁件,板材材质为7075铝合金,厚度为1-2mm,相关工艺参数定为:

[0036] 工具头2的直径选择为8-10mm,由控制系统11控制下压,每次下压量为0.1-0.2mm,按照生成的工具头2的运动轨迹,工具头2的进给速率为1000-2000mm/min,直至加工出所述形状零件。确定激光功率为2000-2500W,扫描速度4-6mm/s,送粉量为2-3g/s。

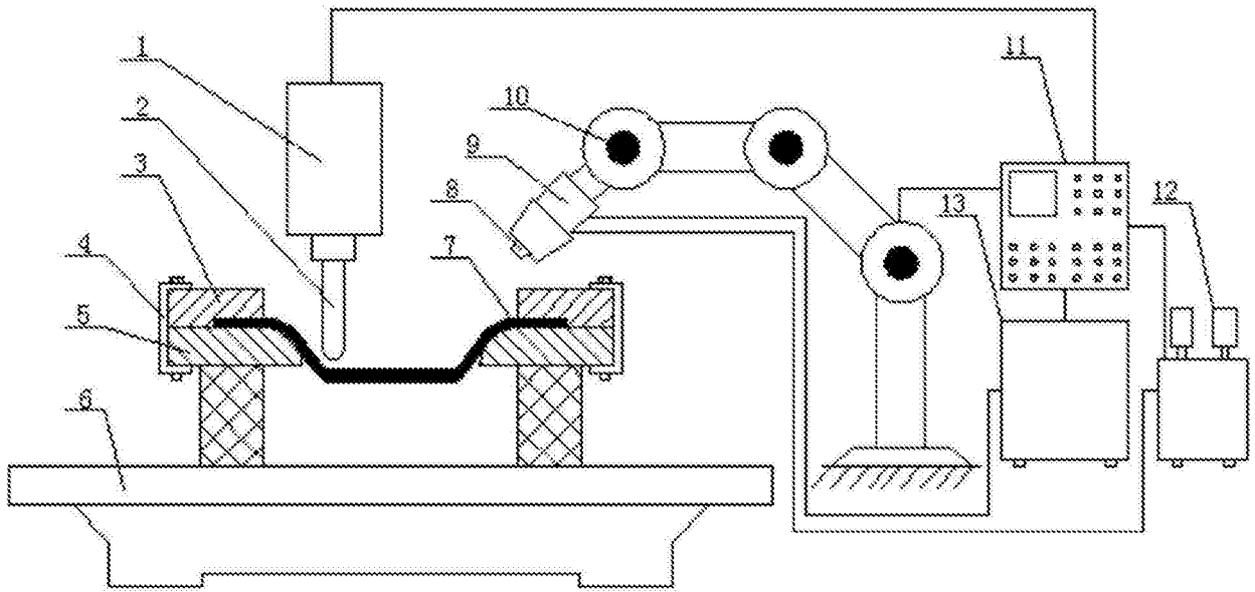


图1

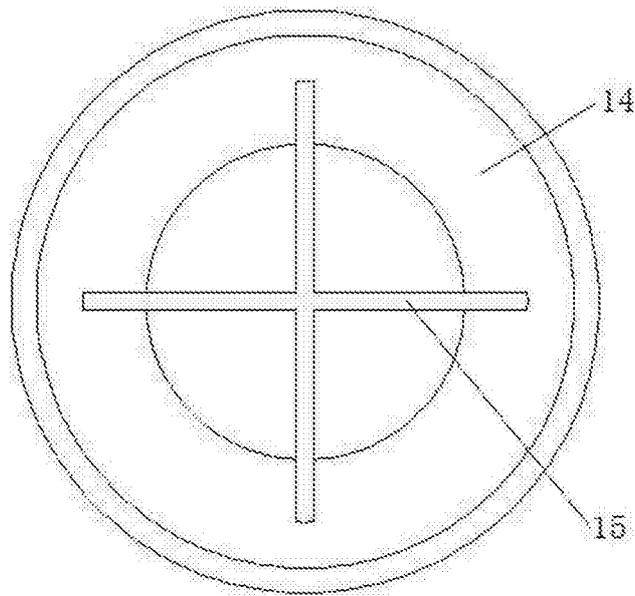


图2