

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610112505.2

[51] Int. Cl.

B23P 23/04 (2006.01)

B23K 20/10 (2006.01)

B23Q 7/00 (2006.01)

B23C 3/00 (2006.01)

G05B 19/4097 (2006.01)

G06F 17/50 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 2 月 7 日

[11] 公开号 CN 1907643A

[22] 申请日 2006.8.22

[21] 申请号 200610112505.2

[71] 申请人 机械科学研究总院

地址 100044 北京市海淀区首体南路 2 号

[72] 发明人 单忠德 南光熙 刘红旗 徐明君

[74] 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理有限公司

代理人 何文彬

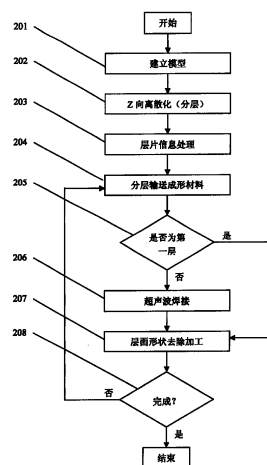
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种金属零件的分层制造方法

[57] 摘要

本发明公开了一种金属零件的分层制造方法，属于一种机械制造领域的分层制造技术。它的工艺步骤是，建模、离散化模型、处理层片信息；根据数据文件，采用材料输送装置输送层状材料；采用超声波焊接技术将相邻两层材料焊接到一起；按照层片信息将焊好的材料进行层面去除加工，加工过程中工件可实现水平及竖直方向的移动；进行下一层的加工直至完成全部层。由于本发明采用了超声波焊接，而超声波焊接具有功耗小、焊件变形小、焊点强度及稳定性高，因此通过本发明的方法制造的零件精度高，结构稳定牢固、不易开裂，并且制造时对环境的要求低，制造成本低。



1、一种金属零件的分层制造方法，其特征在于，包括以下步骤：

- A. 建立零件的计算机三维实体模型；
- B. 将建立的模型 z 向离散化；
- C. 对层片信息进行处理；
- D. 根据离散后的数据输送金属片；
- E. 利用超声波焊接将该金属片与前一层金属片焊接在一起；
- F. 按照层片信息将焊接好的金属片去除加工；
- G. 重复步骤 D～步骤 F，直至零件加工完成。

2、根据权利要求 1 所述的金属零件的分层制造方法，其特征在于，所述对层片信息进行处理的方法是，取得每层模型的边界坐标，由所述边界坐标生成对该层金属片的加工曲线。

3、根据权利要求 1 所述的金属零件的分层制造方法，其特征在于，所述输送金属片的方法为，将工作台向下移动一层金属片厚度的距离，将金属片横向运送到工作台上。方。

4、根据权利要求 1 所述的金属零件的分层制造方法，其特征在于，所述将金属片去除加工时，水平移动工作台，利用铣刀铣去金属片中要去除的部分。

5、根据权利要求 1 所述的金属零件的分层制造方法，其特征在于，如果输送的金属片为金属零件的第一层，直接进行金属片去除加工的步骤。

6、根据权利要求 1 至 5 之任意一项权利要求所述的金属零件的分层制造方法，其特征在于，所述的利用超声波焊接所采用的工艺条件是：功率为 600—1000W，振动频率为 25—40kHz，焊接时间和定型时间为 0.1—2 秒，焊接压力为 0.1—2MPa。

一种金属零件的分层制造方法

技术领域

本发明涉及一种机械加工领域的分层制造的方法，具体地说是一种金属零件的分层制造方法。

背景技术

随着科技的发展进步，在零件制造领域越来越多的用到快速制造技术。基于快速原型的快速金属产品与模具制造技术可分为直接快速制造技术和间接快速制造技术，其分类如图1所示。间接制造技术有精密铸造成形、电铸成形、金属沉积成形和粉末冶金成形等几种，间接制造技术由于需要工艺转换，周期长，且存在精度损失，难以制造出高精度、表面质量好的模具。直接制造技术有金属板材叠加成形、金属粉末堆积成形、金属丝材熔融堆积、金属微滴沉积成形和气相沉积成形等几种，金属粉末堆积成形工艺只能使用极其有限的成形材料，另外由于实施时采用的激光烧结设备昂贵，难以降低制造成本。熔融堆积金属（黑色金属、有色金属以及其它耐高温合金等）工艺的难度决定了其也难以迅速商品化。

相对于其它直接制造技术，金属板材叠加成形具有操作简单、实现成本低等优点。在分层制造工艺中，现有的一个主要问题是金属板材之间的连接问题。现有技术中，分层制造的金屬板材叠加成形主要是通过激光切割、电弧焊接或粘接剂粘结金属片材成形金属件，电弧焊接耗费功率大，焊接时产生的电弧高温使得金属片材熔融变形，造成零件的加工精度降低，并且，对于金、银、铜、铝等具有高电导率或热导率的金属，由于电导率大，难以形成高温，或者因为热导率高，形成的高温热量很容易被导走，因此不易使金属熔融，也不易焊接成功；用粘接剂粘结金属片材的缺点是形成的金属零件强度低，两层金属片材之间容易产生开裂，从而影响金属零件的整体性能，难以满足实际的技术要求。

超声波焊接是新兴的一种焊接技术，它是利用超声波频率的机械振动能量，连接同种或异种金属、半导体、塑料及金属陶瓷等的特殊焊接方法。金属超声波焊接时，既不向工件输送电流，也不向工件引入高温热源。接头间的冶金结合是在母材不发生熔化的情况下实现的，因而是一种固态焊接。其优点是可适用于多种组合材料的焊接，容易焊接高热导

率及高电导率的材料。金、银、铜、铝等材料在电阻点焊中是比较难焊的，但在使用超声波焊接时，这些金属成为最容易焊接的几种材料。超声波焊接耗用功率仅为电阻点焊的 5% 左右，焊件变形小于 3-5%，焊点强度及稳定性平均提高约 15-20%，对工件表面的清洁度要求不高。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种用于制造精度高、性能好的金属零件的分层制造方法，该方法操作简便、耗功小、实现成本低。

本发明的金属零件分层制造方法包括以下步骤：

- A. 建立零件的计算机三维实体模型；
- B. 将建立的模型 z 向离散化；
- C. 根据离散后的数据输送金属片；
- D. 利用超声波焊接将该金属片与前一层金属片焊接在一起；
- E. 按照层片信息将焊接好的金属片去除加工；
- F. 重复步骤 C~步骤 E，直至零件加工完成。

所述对层片信息进行处理是指，取得每层模型的边界坐标，由所述边界坐标生成对该层金属片的加工曲线。

作为对本发明的金属零件的分层制造方法中输送金属片材步骤的一种优选，将工作台向下移动一层金属片厚度的距离，将金属片横向运送到工作台上方。

所述将金属片去除加工时，水平移动工作台，利用铣刀铣去金属片中要去除的部分。

为了达到更好的焊接效果，在所述用超声波焊接时采用以下工艺条件：功率为 600—1000W，振动频率为 25—40kHz，焊接时间和定型时间为 0.1—2 秒，焊接压力为 0.1—2MPa。

超声波焊接耗用功率仅为电阻点焊的 5% 左右，焊件变形小于 3-5%，焊点强度及强度稳定性平均提高约 15-20%，对工件表面的清洁度要求不高。因此，利用超声波焊接实现片材连接，采用去除加工技术在每层切割出零件或模具的形状，层层堆积与加工，可以获得高质量的制件。

本发明的金属零件的分层制造方法所产生的有益效果是：（1）在成形过程中，材料不存在相变问题，克服了传统快速成形制造中因相变引起的收缩、应力与应变等问题；（2）不需要在高温下成形，一般是材料熔点的 30~50% 温度范围内就可以实现材料之间的固态牢固结合，不需要熔化材料，因此节省能源，保证了工作环境，降低了环境污染；（3）采用

二维平面加工实现复杂零件与模具的快速制造，降低了制造难度与对数控系统高维制造的要求；（4）对成形材料没有特殊的要求，从材料上也降低成本与拓宽了可推广应用的领域；（5）对成形室的温度、湿度等环境条件没有特殊要求，设备不需要必须放置在温度相对稳定的车间内，如传统的 RP 工艺必须使用空调器保持工作间的温度与空气湿度；（6）由于克服相变、热膨胀、收缩等弊端，直接制造大型工件与模具成为可能。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

图 1 为现有技术中金属产品与模具快速制造技术的分类示意图；

图 2 为本发明的金属零件分层制造方法的工艺流程图。

具体实施方式

下面通过两个实施例对本发明做详细的说明，但不作为对本发明的限定。

实施例一：利用本发明制造一个 $10 \times 10 \times 10\text{cm}$ 铜质立方体零件。

步骤 201：利用计算机建立 $10 \times 10 \times 10\text{cm}$ 的立方体模型；

步骤 202：将上述步骤中建立的模型 Z 向离散化，即将立方体模型分成厚度为 1mm 的层状模型，共 100 层，每层的形状都为 $10 \times 10\text{cm}$ 的正方形；

步骤 203：步骤 202 中所分的层片进行信息处理，取得每层模型的边界坐标，利用这些边界坐标形成每层要加工的曲线，在本实施例中，加工曲线为 $10 \times 10\text{cm}$ 的正方形；

步骤 204：将工作台向下移动 1mm ，将准备好的厚度为 1mm 的铜片材从水平方向输送到工作台上；

步骤 205：判断该层是否是第一层，如果是，直接进行步骤 207，否则进行步骤 206；

步骤 206：利用超声波焊接机将该层铜片材与上一层铜片材焊接到一起，焊接时采用的工艺参数为：功率 990W ，振动频率为 40kHz ，焊接时间和定型时间为 1 秒，焊接压力为 1MPa ；

步骤 207：根据步骤 203 中形成的加工曲线水平移动工作台，利用铣刀将铜片材中 $10 \times 10\text{cm}$ 以外的部分去除；

步骤 208：判断是否所有层全部加工完毕，如果不是，重复步骤 204~207，直到所有层全部加工完毕，最后得到 $10 \times 10 \times 10\text{cm}$ 的铜质立方体零件。

实施例二：利用本发明制造一个直径为 10cm 的铝质球形零件。

步骤 201：利用计算机建立直径为 10cm 的球体模型；

步骤 202: 将上述步骤中建立的球体模型 Z 向离散化, 即将球体模型分成厚度为 1mm 的层状模型, 共 100 层, 每层的形状为直径 $d(i)$ mm 的圆形, 其中 i 为层的序号;

步骤 203: 步骤 202 中所分的层片进行信息处理, 取得每层模型的边界坐标, 利用这些边界坐标形成每层要加工的曲线, 在本实施例中, 第 i 层的加工曲线为直径 $d(i)$ mm 的圆形, 其中:

$$d(i) = 2[50^2 - (50 - i)^2]^{1/2} \text{mm}, (1 \leq i \leq 50)$$

$$d(i) = 2[50^2 - (i - 50)^2]^{1/2} \text{mm}, (50 \leq i \leq 100);$$

步骤 204: 将工作台向下移动 1mm, 将准备好的厚度为 1mm 的铝片材从水平方向输送到工作台上;

步骤 205: 判断该层是否是第一层, 如果是, 直接进行步骤 207, 否则进行步骤 206;

步骤 206: 利用超声波焊接机将该层铝片材与上一层铝片材焊接到一起, 焊接时采用的工艺参数为: 功率 600W, 振动频率为 25kHz, 焊接时间和定型时间为 0.1 秒, 焊接压力为 0.1MPa;

步骤 207: 根据步骤 203 中形成的加工曲线水平移动工作台, 利用铣刀将该层铝片材的直径为 $d(i)$ mm 的圆形以外的部分去除;

步骤 208: 判断是否所有层全部加工完毕, 如果不是, 重复步骤 204~207, 直到所有层全部加工完毕, 最后得到直径为 10cm 的铝质球形零件。

实施例三: 利用本发明制造一个 $10 \times 10 \times 10$ cm 铝质立方体零件。

步骤 201: 利用计算机建立 $10 \times 10 \times 10$ cm 的立方体模型;

步骤 202: 将上述步骤中建立的模型 Z 向离散化, 即将立方体模型分成厚度为 0.1mm 的层状模型, 共 100 层, 每层的形状都为 10×10 cm 的正方形;

步骤 203: 步骤 202 中所分的层片进行信息处理, 取得每层模型的边界坐标, 利用这些边界坐标形成每层要加工的曲线, 在本实施例中, 加工曲线为 10×10 cm 的正方形;

步骤 204: 将工作台向下移动 0.1mm, 将准备好的厚度为 0.1mm 的铝质片材从水平方向输送到工作台上;

步骤 205: 判断该层是否是第一层, 如果是, 直接进行步骤 207, 否则进行步骤 206;

步骤 206: 利用超声波焊接机将该层铝片材与上一层铁片材焊接到一起, 焊接时采用的工艺参数为: 功率 800W, 振动频率为 33kHz, 焊接时间和定型时间为 2 秒, 焊接压力为 2MPa;

步骤 207: 根据步骤 203 中形成的加工曲线水平移动工作台, 利用铣刀将铝片材中 10×10 cm 以外的部分去除;

步骤 208: 判断是否所有层全部加工完毕, 如果不是, 重复步骤 204~207, 直到所有层全部加工完毕, 最后得到 $10 \times 10 \times 10\text{cm}$ 的铝质立方体零件。

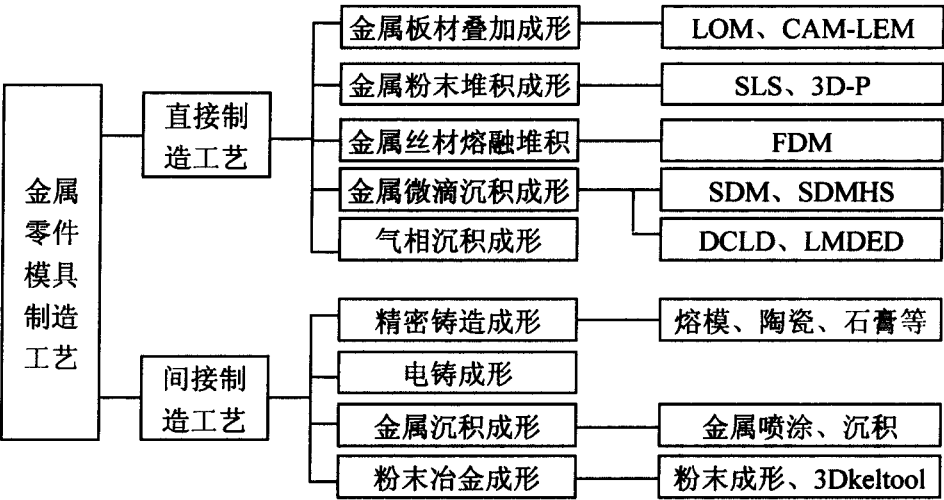


图 1

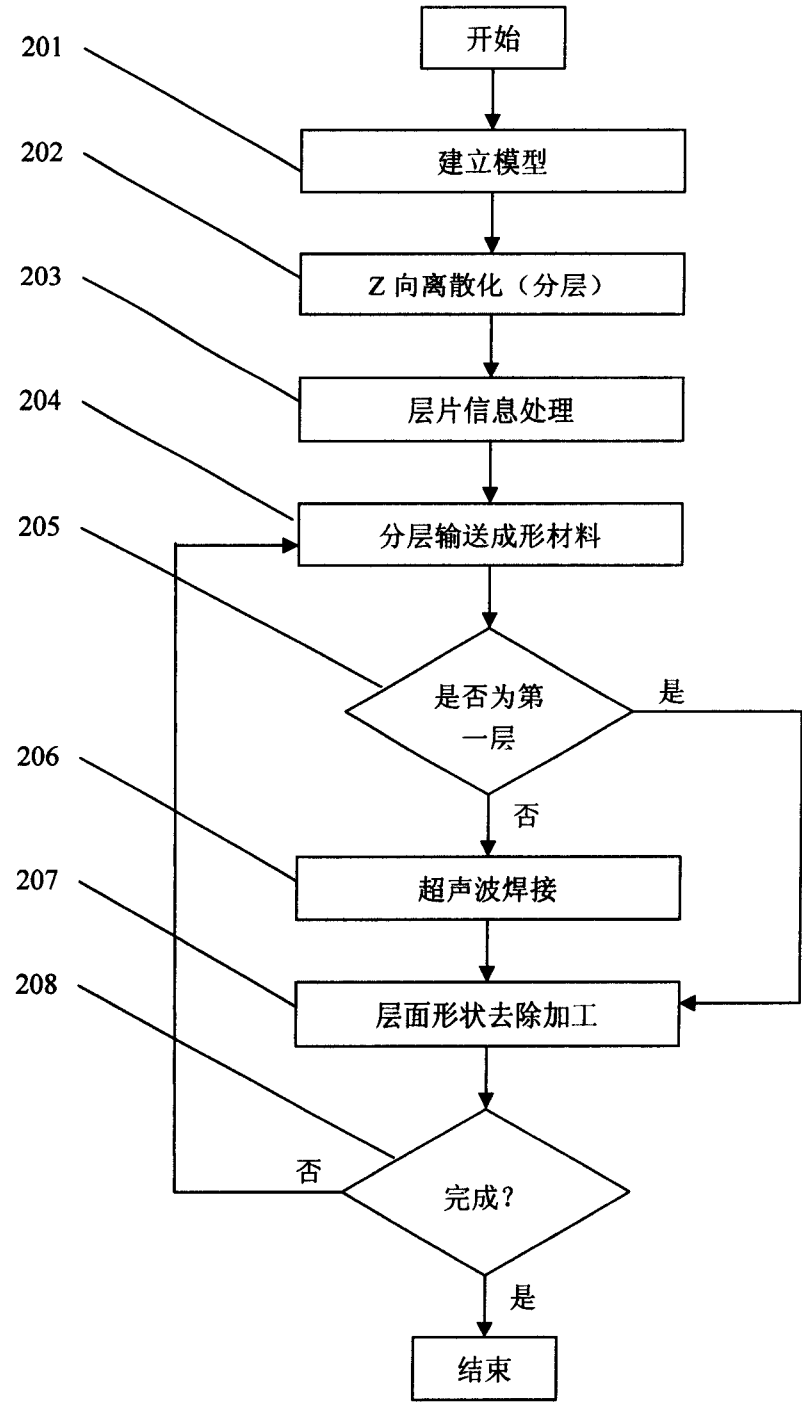


图 2