



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101401746 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 10

(21) 申请号 200810197517. 9

CN 1328434 A, 2001. 12. 26, 全文.

(22) 申请日 2008. 10. 30

US 5139419 A, 1992. 08. 18, 全文.

(73) 专利权人 华中科技大学

审查员 颜涛

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037 号

(72) 发明人 曾晓雁 王泽敏 陈光霞 胡乾午
关凯

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心
42201

代理人 曹葆青

(51) Int. Cl.

A61C 13/12(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1288366 A, 2001. 03. 21, 全文.

US 5518397 A, 1996. 05. 21, 全文.

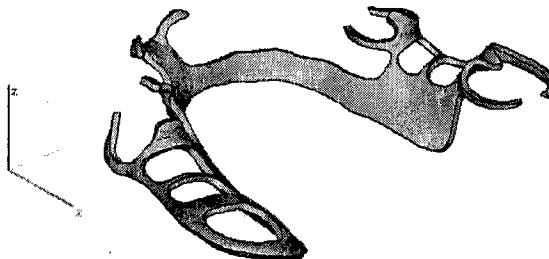
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种快速制造可摘局部义齿支架的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种激光快速制造可摘局部义齿支架的工艺方法,主要包括:获取患者的牙颌三维零件模型、对模型添加锯齿状薄壁支撑、分层离散生成激光加工数控指令、在预热和保温的金属基板上逐层铺粉;然后利用光束质量 $M^2 < 1.1$ 的连续 YAG 或光纤激光器,在 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 的聚焦光斑下,利用优化的铺粉厚度、成型缸下降高度和激光加工工艺把特定粒度范围的金属或合金粉末逐层熔化,完成整个零件的熔化堆积加工;最后对成型零件进行回火热处理,获得一个冶金结合、组织密度接近 100% 的可摘局部义齿支架。本发明可以克服现有技术的难点,直接制造出高精度和高表面光洁度、无变形且具有优良机械性能的可摘局部义齿支架。



1. 一种快速制造可摘局部义齿支架的工艺方法,采用激光功率为 100 ~ 200W,光束质量 $M^2 < 1.1$ 的连续 YAG 或光纤激光器,聚焦光斑尺寸为 10 ~ 100 μm ;所用的金属或合金粉末包括不锈钢、钴-铬合金、纯钛或钛合金粉末,粉末的粒度小于 45 μm ,但粉末的最大粒径大于等于 10 μm ;所用的金属或合金粉末为不锈钢或钴-铬合金材料时,金属基板的材料为不锈钢,所用的金属或合金粉末为纯钛或钛合金材料时,金属基板的材料为钛板;其具体处理步骤包括:

(1) 获取患者口腔石膏咬模,得到患者牙颌模型的三维数据,再利用三维数据生成 CAD 零件模型;采用 Magics 软件对零件斜率过大位置或薄壁位置添加锯齿状薄壁支撑后保存为 STL 文件,将 STL 文件输入 SLM 快速成型设备由切片软件进行分层离散,生成激光加工数控代码;

(2) 将厚度为 25 ~ 40mm 的金属基板预热到 80 ~ 100 °C,并在整个激光成型过程中进行保温;

(3) 在金属基板表面预置一层 20 ~ 60 μm 厚度的粉末层,激光器根据激光加工数控代码设定的路径对该粉末层进行扫描,使金属或合金粉末在金属基板上形成平整的熔化层;该层处理时,激光成型工艺参数为:激光功率 150 ~ 200W,激光聚焦光斑 10 ~ 100 μm ,搭接量 0.01 ~ 0.03mm,扫描速度 50 ~ 250mm/s;

(4) 将金属基板下降 10 ~ 30 μm ,再在熔化层上重新预置一层 20 ~ 60 μm 厚度的粉末层;

(5) 利用激光器按设定的路径对重新预置的金属或合金粉末层进行扫描成型,形成新的熔化层;激光成型工艺参数为:激光功率 100 ~ 200W,激光聚焦光斑 10 ~ 100 μm ,搭接量 0.01 ~ 0.05mm,扫描速度 50 ~ 1000mm/s;

(6) 重复上述步骤(4)和(5),直至完成整个零件的熔化堆积加工;

(7) 将金属基板和零件放入温度为 500 ~ 800 °C 的惰性气体保护或真空热处理炉中,保温 1 ~ 2 小时后随炉冷却;

(8) 将零件从金属基板上切割下来,去掉薄壁支撑,并对零件表面进行喷砂处理,得到所需的义齿支架。

2. 根据权利要求 1 所述的工艺方法,其特征在于:步骤(4)中,将金属基板下降 20 μm 。

一种快速制造可摘局部义齿支架的方法

技术领域

[0001] 本发明属于口腔医学修复体的制造领域,具体涉及一种选择性激光熔化技术快速制造可摘局部义齿支架的方法。

背景技术

[0002] 牙列缺损是口腔科的一种常见病和多发病,约占自然人口中的 24%~53%。支架式可摘义齿由于价格相对较低,戴用比较方便、舒适,是牙列缺损患者较理想和首选的修复方法之一。制作义齿支架材料有金属和塑料两类,金属支架在机械性能方面明显优于塑料支架,在口腔内长期使用不会发生变形或断裂,而且金属支架在保证性能的前提下厚度更薄,患者感觉更加舒适。因此,可摘局部义齿金属支架的设计与制造方法成为口腔修复医学中的重点研究和开发目标。

[0003] 目前制造可摘局部义齿金属支架的技术包括铸造、粉末冶金和超塑性成型等技术。其中,临床医学中应用最多的技术是铸造,虽然该技术的原理简单,容易为操作者所掌握,但它的工序繁琐,同时义齿支架的形状复杂、壁薄,铸造法很难保证金属完全填充,容易产生多种冶金缺陷。轻金属钛及钛合金由于有良好的力学性能和优异的生物相容性而成为口腔金属修复体的首选。但由于钛及钛合金材料熔点高,极易氧化,不易成型,难以用传统的铸造方法实现。粉末冶金技术成型的精度较高,但是工艺较为复杂,所制备支架的结合强度偏低,并且需要在合金粉末中加入少量的铜等低熔点合金粉末才能改善支架的强度,但这些组元可能带来一些毒副作用,对人体健康不利。超塑性成型技术对于材料的局限性很大,目前只能用于 Ti-Al-V 合金。在超塑成型过程中由于模具与被加工材料之间无法完全贴合,同时由于成形过程中热膨胀的影响及气胀成形件厚度分布存在着差异,导致支架的尺寸存在着较大的误差。综上所述,上述工艺存在着一些共同的缺点:均需要制作模具,整个制造工艺烦琐又不规范、周期长、成本高,并经常出现质量问题。由于精度较差,支架式可摘局部义齿的一次就位率低,密合度及固位稳定性较差,因而会出现佩戴偏差,造成受力不均匀,患者有异样感,甚至出现口腔组织变形、疼痛等症状,使得许多患者对金属支架义齿感到不满意。

[0004] 针对局部义齿支架不规则的复杂形状和个性化的特点,无模具、高精度、短周期和高度自动化的制作方法成为了新的发展方向,金属激光快速成型技术正是适应这一发展趋势的理想技术。金属激光快速成型技术能实现多种金属零件的直接制造,主要包括两类,一是采用喷嘴送粉的直接激光成型技术 (Direct Laser Fabrication, DLF),但由于激光作用的光斑较大,一般在 1mm 左右,所得金属零件的尺寸精度和表面光洁度都比较差,适合制作精度不高的大型金属毛坯。二是选择性激光熔化技术 (Selective Laser Melting, SLM) 是通过滚筒或刮板铺粉,聚焦激光束根据图形作选择性扫描熔化粉末实现金属零件的直接制造,主要适合制作高尺寸精度和表面光洁度的小型金属零件。义齿支架的形状复杂、壁薄,由于存在比较大的斜率曲面和薄壁,激光成型过程会受到较大斜率曲面和薄壁的影响而终止;同时由于零件的大部分都是薄壁异形结构,成型过程产生的热应力会导致零件出现不

可逆变形使零件报废。正因为上述技术难点，目前国内未见金属激光快速成型技术成功制造可摘局部义齿支架的报道。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述不足之处，提供一种快速制造可摘局部义齿支架的工艺方法，利用该方法可以直接制造出高精度和高表面光洁度、无变形且具有优良机械性能的可摘局部义齿支架。

[0006] 本发明提供的快速制造可摘局部义齿支架的工艺方法，采用激光功率为 100 ~ 200W，光束质量 $M^2 < 1.1$ 的连续 YAG 或光纤激光器，聚焦光斑尺寸为 10 ~ 100 μm ；所用的金属或合金粉末包括不锈钢、钴 - 铬合金、纯钛或钛合金粉末，粉末的粒度小于 45 μm ，但粉末的最大粒径大于等于 10 μm ；所用的金属或合金粉末为不锈钢或钴 - 铬合金材料时，金属基板的材料为不锈钢，所用的金属或合金粉末为纯钛或钛合金材料时，金属基板的材料为钛板；其具体处理步骤包括：

[0007] (1) 获取患者口腔石膏咬模，得到患者牙颌模型的三维数据，再利用三维数据生成 CAD 零件模型；采用 Magics 软件对零件斜率过大位置或薄壁位置添加锯齿状薄壁支撑后保存为 STL 文件，将 STL 文件输入 SLM 快速成型设备由切片软件进行分层离散，生成激光加工数控代码；

[0008] (2) 将厚度为 25 ~ 40mm 的金属基板预热到 80 ~ 100°C，并在整个激光成型过程中进行保温；

[0009] (3) 在金属基板表面预置一层 20 ~ 60 μm 厚度的粉末层，激光器根据激光加工数控代码设定的路径对该粉末层进行扫描，使金属或合金粉末在金属基板上形成平整的熔化层；该层处理时，激光成型工艺参数为：激光功率 150 ~ 200W，激光聚焦光斑 10 ~ 100 μm ，搭接量 0.01 ~ 0.03mm，扫描速度 50 ~ 250mm/s；

[0010] (4) 将金属基板下降 10 ~ 30 μm ，再在熔化层上重新预置一层 20 ~ 60 μm 厚度的粉末层；

[0011] (5) 利用激光器按设定的路径对重新预置的金属或合金粉末层进行扫描成型，形成新的熔化层；激光成型工艺参数为：激光功率 100 ~ 200W，激光聚焦光斑 10 ~ 100 μm ，搭接量 0.01 ~ 0.05mm，扫描速度 50 ~ 1000mm/s；

[0012] (6) 重复上述步骤 (4) 和 (5)，直至完成整个零件的熔化堆积加工；

[0013] (7) 将金属基板和零件放入温度为 500 ~ 800°C 的惰性气体保护或真空热处理炉中，保温 1 ~ 2 小时后随炉冷却；

[0014] (8) 将零件从金属基板上切割下来，去掉薄壁支撑，并对零件表面进行喷砂处理，得到所需的义齿支架。

[0015] 本发明具有以下技术效果：

[0016] (1) 本发明是自动化、无模具最终成型，制造过程不需要铸造模型或锻造模具，不受成型材料的影响，能显著降低制造成本，缩短制造周期。

[0017] (2) 采用对义齿支架斜率过大位置或薄壁位置添加辅助支撑的方法，解决了由于斜率曲面太大或壁薄而导致激光成型过程终止的难题。

[0018] (3) 对基板进行预热处理并在整个成型期间保温，减少了激光成型过程中工件内

应力的形成,从而减小义齿支架因为热应力导致的变形量,保证义齿支架的尺寸精度。同时热的粉末也增加了对激光的吸收率。

[0019] (4) 采用单独的激光加工工艺参数处理第一层粉末,使第一层粉末克服高的热传导率被完全熔化,获得与基板牢固结合、平整的金属熔化层,保证后续铺粉和激光成型的顺利进行。

[0020] (5) 选用特定粒度范围的金属或合金粉末,优化的铺粉厚度、成型缸下降高度和激光加工工艺,结合高光束质量的固体激光器进行激光成型来实现义齿支架的高精度和表面光洁度。

[0021] (6) 对义齿支架和基板整体进行回火热处理,能基本消除义齿支架内部残留的内应力,进一步提高零件的机械性能。

附图说明

[0022] 图 1 是一种可摘局部义齿支架的三维实体零件模型;

[0023] 图 2 是图 1 添加锯齿状薄壁支撑后的三维实体零件模型。

具体实施方式

[0024] 下面举例对本发明做进一步详细的说明。图 1 中的三维实体零件是根据一名口腔患者的牙列缺损所设计的可摘局部义齿支架,具有个案的特点。

[0025] 图 2 是利用 Magics 软件对图 1 所示图形添加锯齿状薄壁支撑后的零件图示。

[0026] 这里将图 1 和图 2 列出,是为了结合实施例更好说明本发明的实现过程。

[0027] 实施例 1 :选择性激光熔化快速制造不锈钢可摘局部义齿支架

[0028] 参照图 1 和图 2 的图形。将图 2 所示添加了锯齿状薄壁支撑后的三维零件模型保存为 STL 格式文件,采用分层切片软件进行分层离散,生成激光加工数控指令。选用连续 YAG 激光器,制作义齿支架的材料为粒度 <45 μm 的不锈钢合金粉末,以 25mm 厚的不锈钢板作为基板,铺粉厚度 60 μm,铺粉速度 3.0m/min,成型缸每次下降高度为 20 μm。

[0029] 第一层的激光加工工艺参数为:激光功率 150W,扫描速度 50mm/s,搭接量 0.01mm。后续层的激光加工工艺参数为:激光功率 130W,扫描速度 250mm/s,搭接量 0.04mm。

[0030] 激光成型完毕后,将基板和工件一起放入温度为 500℃的氩气保护热处理炉中,保温 2 小时,然后随炉冷却。冷却后用线切割的方法从基板上切下零件,去掉薄壁支撑。成型的可摘局部义齿支架密度接近 100%,机械性能优良,尺寸精度达到 ±0.1mm,表面粗糙度 R_a 为 8 ~ 10 μm,对成型的零件进行喷砂等后续表面加工,表面粗糙度 R_a 可达 4 ~ 5 μm。

[0031] 实施例 2 :选择性激光熔化快速制造钴—铬合金可摘局部义齿支架

[0032] 参照图 1 和图 2 的图形。将图 2 所示添加了锯齿状薄壁支撑后的三维零件模型保存为 STL 格式文件,采用分层切片软件进行分层离散,生成激光加工数控指令。选用连续半导体泵浦固体激光器,制作义齿支架的材料为粒度 <40 μm 的钴—铬合金粉末,以 30mm 厚的不锈钢板作为基板,铺粉厚度 40 μm,铺粉速度 3.0m/min,成型缸每次下降高度为 20 μm,制作过程采用高纯氩气保护。

[0033] 第一层的激光加工工艺参数为:激光功率 150W,扫描速度 150mm/s,搭接量 0.02mm。后续层的激光加工工艺参数为:激光功率 150W,扫描速度 500mm/s,搭接量 0.03mm。

[0034] 激光成型完毕后,将基板和工件一起放入温度为 650℃的氩气保护热处理炉中,保温 1 小时,然后随炉冷却。冷却后用线切割的方法从基板上切下零件,去掉薄壁支撑。成型的可摘局部义齿支架密度接近 100%,机械性能优良,尺寸精度达到 $\pm 0.1\text{mm}$,表面粗糙度 R_a 为 $8 \sim 10 \mu\text{m}$ 。对成型的零件进行喷砂等后续表面加工,表面粗糙度 R_a 可达 $4 \sim 5 \mu\text{m}$ 。

[0035] 实施例 3 :选择性激光熔化快速制造钛合金可摘局部义齿支架

[0036] 参照图 1 和图 2 的图形。将图 2 所示添加了锯齿状薄壁支撑后的三维零件模型保存为 STL 格式文件,采用分层切片软件进行分层离散,生成激光加工数控指令。选用连续 Yb 光纤激光器,制作义齿支架的材料为粒度 $<20 \mu\text{m}$ 的 Ti-6Al-4V 合金粉末,以 40mm 厚的钛板作为基板,铺粉厚度 $20 \mu\text{m}$,铺粉速度 3.0m/min ,成型缸每次下降高度为 $20 \mu\text{m}$,制作过程采用高纯氩气保护。

[0037] 第一层的激光加工工艺参数为:激光功率 160W ,扫描速度 150mm/s ,搭接量 0.03mm 。后续层的激光加工工艺参数为:激光功率 140W ,扫描速度 800mm/s ,搭接量 0.01mm 。

[0038] 激光成型完毕后,将基板和工件一起放入温度为 800°C 的真空热处理炉中,保温 1 小时,然后随炉冷却。冷却后用线切割的方法从基板上切下零件,去掉薄壁支撑。成型的可摘局部义齿支架密度接近 100%,机械性能优良,尺寸精度达到 $\pm 0.2\text{mm}$,表面粗糙度 R_a 为 $8 \sim 10 \mu\text{m}$,对成型的零件进行喷砂等后续表面加工,表面粗糙度 R_a 可达 $4 \sim 5 \mu\text{m}$ 。

[0039] 利用本发明所制造零件的表面粗糙度 R_a 为 $8 \sim 10 \mu\text{m}$,经过后续喷砂处理后表面粗糙度 R_a 可小于 $5 \mu\text{m}$ 。本发明的具体实施方式并不局限于上述举例中的一种,通过选择不同种类和粒径的金属或合金粉末,采用不同的激光加工工艺参数,本发明可以采用多种方式加以具体实现,并能达到很好的发明效果。

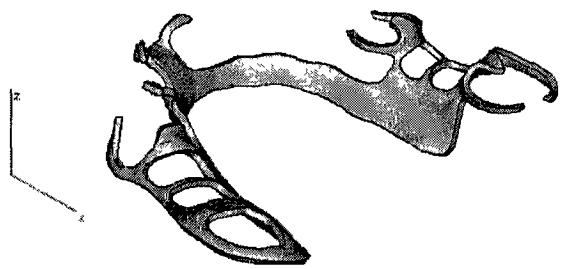


图 1

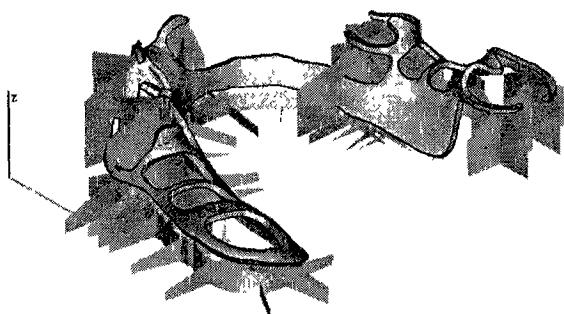


图 2