

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 11 月 16 日 (16.11.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/193981 A1

(51) 国际专利分类号:
A61C 13/00 (2006.01)

西省西安市莲湖区唐延北路22号金辉国际广场12-05室, Shaanxi 710075 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/084052

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 12 日 (12.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610316524.0 2016年5月12日 (12.05.2016) CN

(71) 申请人: 中国人民解放军第四军医大学 (THE FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市长乐西路169号, Shaanxi 710032 (CN)。

(72) 发明人: 高勃 (GAO, B0); 中国陕西省西安市长乐西路169号, Shaanxi 710032 (CN)。

(74) 代理人: 西安恒泰知识产权代理事务所 (HENG TAI INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国陕

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) Title: DENTAL RESTORATION CAD/METAL 3D AUTOMATIC PROCESSING METHOD

(54) 发明名称: 一种口腔修复体CAD/金属3D自动化加工方法

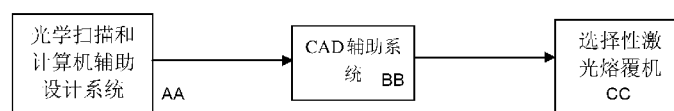


图 1

AA Optical scanning and computer aided design system
BB CAD auxiliary system
CC Selective laser cladding machine

(57) Abstract: Disclosed is a dental restoration automatic processing method. According to the method, a dental restoration is processed by virtue of a composite system which is composed of an optical scanning and computer aided design system, a CAD auxiliary system and a selective laser cladding machine. By combining an existing dental CAD system with a metal 3D printing technology, the method can rapidly manufacture the individual metal dental restoration, and the conventional method for making implants and upper structures thereof can be changed from numerical control cutting processing to metal 3D printing processing, thereby improving the processing efficiency and also achieving the individual fabrication. When necessary, the metal 3D printing processing can be in organic combination with the numerical control cutting aided processing to achieve the combination of metal 3D printing and numerical control cutting, so as to change the original method for making implants and upper structures thereof.

(57) 摘要: 一种口腔修复体自动化加工方法, 该方法采用光学扫描和计算机辅助设计系统、CAD辅助系统和选择性激光熔覆机组成的复合系统加工口腔修复体, 该方法将现有的口腔CAD系统与金属3D打印技术相结合, 达到快速个性化制作金属口腔修复体, 可以改变传统的种植体及其上部结构的制作方式, 由数控切削加工变为金属3D打印加工, 加工效率提高, 还可以实现个性化制作, 必要时还可以和数控切削辅助加工两种加工方式有机结合起来, 达到金属3D打印与数控切削的结合, 改变原有的种植体及其上部结构的制作方式。

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种口腔修复体 CAD/金属 3D 自动化加工方法

技术领域

本发明属于口腔修复体技术领域，具体涉及一种新的口腔修复体 CAD/金属 3D 自动化加工方法，该方法将现有的口腔 CAD 系统与金属 3D 打印技术相结合，达到快速个性化制作金属口腔修复体。

背景技术

计算机辅助设计（Computer aided design, CAD）与计算机辅助制作（Computer aided manufacture, CAM）技术，融合了数学、光学、电子学、计算机图像识别与处理、自动控制与自动化加工等多学科的知识与技术，在 20 世纪 70 年代被广泛应用于工业自动化和航空航天领域。1983 年，法国 Duret 研制的第一台牙科 CAD/CAM 系统样机在法国问世；1985 年在法国国际牙医学术会议上 Duret 教授利用该设备制作出首个后牙瓷全冠体并成功地用于患者口腔，使得 CAD/CAM 用于口腔医学领域成为现实。在进入上世纪 90 年代后，随着现代光电子技术、计算机技术图像分析处理技术等进一步发展，越来越多的牙科 CAD/CAM 系统问世。目前，已有 10 余种 CAD/CAM 系统问世，可制作嵌体、贴面、全冠、部分冠、固定桥、种植体桥架等。而在可摘局部义齿及全口义齿仍处于研究阶段，并没有成熟的系统。口腔 CAD/CAM 系统通常由数据采集（数字化印模）、计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制作（CAM）三部分组成。一门新兴的口腔修复技术开始形成，CAD/CAM 系统使口腔修复学跨入了现代高科技领域。

1、主要 CAD/CAM 系统

目前商业化的口腔 CAD/CAM 系统中，数控铣床是重要的组成部分之一。

修复体加工采用数控铣床控制铣削方式，用以切除多余材料，以获得符合形状、尺寸和表面粗糙度要求的修复体。该技术本质上属于去材制作范畴，即本领域所称的“减法”。

1.1 Cerec 系统

Cerec 系统由德国西门子公司（SIEMENS）牙科部，即现在的德国西诺德（SIRONA）牙科设备有限公司开发并逐步得到完善。其产品系列包括有 Cerec I、Cerec II 和 Cerec III 以及 Cerec in Lab。Cerec III 是 2000 年诞生的 Cerec III 系统，该系统基于 Windows 平台，切削系统与图象采集系统各自独立工作，软件系统也有了极大的提高，使得该 Cerec III 系统可以制作嵌体、高嵌体、贴面、部分冠和全冠。但是 Cerec III 软件系统也只能在平面上进行设计，很难显示修复体的整体形态。2003 年 3 月在美国亚特兰大的 Hinman 牙科大会上 Cerec 3D 系统首次展出，它在设计修复体时可引入了多维视角，可以从三维的角度直观评价修复体以及基牙的形态。Cerec 3D 软件系统加入了 FrameWork 等 3D 设计软件，实现了全瓷固定桥的修复。2002 年 Sirona 公司推出了 Cerec in Lab 系统，是专门为技工室所设计的，它使用激光扫描系统收集牙颌数据，修复体制作速度更快，适用范围更广，并且可以使用更高强度的氧化铝、氧化锆陶瓷材料。

1.2 Celay 系统

Celay 系统由苏黎世牙学院设计并于 1990 年在慕尼黑第一次展出，现由瑞士 Mikroma 公司生产。该系统不是完全意义上 CAD/CAM 系统，其原理类似于一个小型钥匙复制机，由两部分组成，接触式传感器和微型铣床，传感头“读”出在口内或代型上制作的具有一定硬度的蜡或树脂修复体表面外形数据，并将数据同时传递到铣床上，同步加工出瓷修复体。该系统组成简单，自动化程度很低。工作时，必须先口内或者代型上制作一个临时修复体，作为获取数据的信息源。Celay 系统主要利用氧化铝可切削陶瓷加工具有

牙合面形态的嵌体或高嵌体，还可以加工全冠或固定桥的基底冠。

1.3 Procera 系统

Procera 系统为瑞典系统，由 Nobel Biocare 公司于 1993 年推向市场。现在，该系统利用 Procera Piccolo 或者更加先进的 Procera Forte 扫描仪收集牙颌模型上数据，医师通过 Procera Lofrware 2.0 软件对修复体进行设计，完毕后将数据通过互联网传送至 Procera 系统指定的 4 个生产中心（Stockholm, Sweden; Fair Lawn, NJ, USA; Karlskoga, Sweden; Tokyo, Japan）进行修复体的加工。加工中心可根据医师要求直接加工成最终的氧化锆、氧化铝全瓷冠桥，也可只加工成氧化锆、氧化铝基底待邮回后再进行表面饰瓷。Procera 系统除可以用于制作天然牙牙冠外，还可以用于种植领域。Procera 系统可以切削制作纯钛或氧化锆的单牙基台，其可以对基台的高度、角度和边缘线的形态外形进行个性化设计；Procera 系统还可以切削制作纯钛或氧化锆的种植桥，其最多可以提供 14 个单位的种植桥，拥有极好的生物相容性、卓越的强度和美学效果。

1.4 Cercon 系统

Cercon 系统通过 Cercon Eye Scanner 3 维激光扫描牙颌模型上数据，传输给 Cercon Art CAD 部分对修复体进行设计，然后将设计好的信息传递给 Cercon Brain 部分对修复体进行切削加工或者将信息通过互联网传递到位于 York 的制作中心对修复体进行加工制作。因此对于一些小型牙科诊所或者技工中心可以仅购买 Cercon 系统的 Cercon Art CAD 部分（已经包含了 Cercon Eye Scanner 扫描仪），从而降低成本。Cercon Art CAD 可以对修复体边缘、合面进行精细的设计。Cercon 系统以二氧化锆结构陶瓷为加工对象，可制作桩核、种植体基台、全冠和固定桥。

1.5 Lava 系统

Lava 系统由美国 3M 公司于 2002 年推出，由 Lava Scan、Lava CAD、

Lava Form、Lava Therm 等部分组成。首先利用非接触式 3D 光扫描系统收集牙颌模型上数据，医师利用 Lava Design 4.0 软件进行修复体设计，完成后首先通过切削预烧结的二氧化锆瓷块获得基底冠，平均每单位牙冠需要 35 分钟。切削完成后对牙冠基底冠进行完全烧结，再在其表面加饰面瓷。对照 Vita 比色系统，Lava 二氧化锆基底冠有 7 种颜色选择，饰面瓷有 16 种颜色选择，因此 Lava 系统制作的修复体拥有最接近天然牙的色泽和透光性，该系统主要适用于适于单冠和前后牙 3~4 单位固定桥的修复。

1.6 Everest 系统

Everest 系统由德国 Kavo 公司于 2002 年推向市场。该系统由 Everest scan, Everest engine, Everest therm, Everest elements 四个构件组成。首先由 Everest scan 数据扫描系统（使用 CCD 相机）采集牙颌模型上数据，操作者利用 ENERGY CAD 软件对修复体进行 3 维设计，然后 CAM 部分在 X、Y、Z、A、B 五个轴上进行切削加工修复体。因此 Everest 系统制作的修复体具有良好的加工精度以及清晰的解剖结构。Everest 系统可加工的材料非常广泛，包括氧化锆、氧化铝、纯钛、玻璃陶瓷、金、树脂等，可制作种植体、贴面、嵌体、高嵌体、单冠和固定桥。

1.7 开放式系统

开放式系统是近年来市场上出现的“组装”型 CAD/CAM 系统，其数据采集系统、CAD 系统、CAM 系统可由不同的公司制作后组装形成。目前市场上比较成熟的开放式系统有两种方案：

1) 3Shape 牙科专用扫描仪+CAD 软件+德国数控车床，其可以加工所有品牌的氧化锆、塑料，不受品牌的限制；

2) 3Shape 牙科专用扫描仪+CAD 软件+美国 3D system 蜡型机，在制作完蜡型后可以包埋铸造金属也可以进行全瓷冠的制作。

和其他 CAD/CAM 系统相比，开放式系统的优点在于：能加工的材料更加

广泛，制作成本也更加低廉。

2、增材制造的 CAD/CAM 系统

上述数控车床无法切削具有复杂结构（如带有中空结构）的修复体以及切削过程中造成材料的浪费等成为口腔修复先进制造技术中急需解决的关键问题。快速成型技术，简称 RP 或 RPM 技术（Rapid Prototyping / Rapid Prototyping Manufacturing），是 20 世纪 80 年代末发展起来的一项先进制造技术。该技术将计算机辅助设计（CAD），计算机辅助制造（CAM），计算机数字控制（CNC），精密伺服驱动，激光和材料科学等先进科学集于一体，采取离散-叠层堆积的思想，基本构思是：任何三维零件都可以看作是许多二维平面轮廓沿某一坐标方相叠加而成。但 RP 技术不能直接制作金属修复体以满足口腔修复的需要。20 世纪 90 年代末由 RP 技术和激光涂覆技术相结合建立的快速制造技术（Rapid Manufacturing, RM）采用预置铺粉或者同步送粉的方式由激光将粉末材料逐层熔覆堆积得到三维实体零件。其制作的成形件具有优秀理化性能，且不受复杂结构的限制。RP 技术和 RM 技术从本质上说均属于增材制作，即“加法”。高勃于 2003 年申请了“口腔金属修复体的激光立体成形方法”中国发明专利，2005 年获得授权，ZL03134316.3。目前，金属修复体的 3D 打印成型主流为 SLM（selective laser melting）和 EBM（Electron Beam Melting）方法，前者主要打印制作钴铬合金冠桥、冠桥基底或者可摘局部义齿支架，后者主要用于金属植入体的制作。

2.1 在固定修复中的应用

2004 年 Bennett 采用基于 SLM 技术的 MCP Realizer 设备分别制作了钴铬合金和不锈钢材料的基底冠、固定冠和固定桥，制作后的牙冠外型良好。2005 年，法国学者 Nadine 应用自己研发的 Phenix SLM 系统设计并制作了镍铬合金的基底冠，制成的基底冠外形、精度均良好，熔覆烤瓷后，制作的烤瓷牙冠具有非常好的颜色匹配性和边缘适合性。

2.2 在可摘局部义齿中的应用

2006 年 Williams 等通过 CAD/CAM 技术在 SLM Realizer 2 机器上制作了可摘局部义齿的钴铬合金支架。国内吴琳等初步实现了对肯氏 II 类牙列缺损模型的计算机辅助设计,并用激光快速成形机加工出可摘局部义齿支架的树脂铸型。2009 年诸森阳等对肯氏 I 类牙列缺损可摘局部义齿支架进行了计算机辅助设计与制作。

2.3 在全口义齿中的应用

全口义齿形态复杂,且组成义齿的材料多样,全口义齿 CAD/CAM 研究相对滞后。中国人民解放军第四军医大学高勃等通过 Surfacer 软件,设计出上颌半口金属基托义齿,并利用激光立体成形技术初步加工出上半口基托。2008、2009 年,中国人民解放军第四军医大学高勃发表了激光快速成形制作全口义齿上颌纯钛基板的论著 *Lasers Med Sci* (2010) 25:309 - 315, *Rapid Prototyping Journal* Volume 15 • Number 2 • 2009 • 133~136, 并对其适合性进行了研究,临床测试结果显示其制作精度有待提高。

3、传统 CAD/CAM 在临床应用中的局限和发展方向

CAD/CAM 技术在口腔领域的应用大大提高了修复效率,缩短了患者治疗周期,减少了患者的痛苦并且降低了技师的劳动强度,使得口腔修复学取得了革命性的发展。但在临床应用过程中还存在以下问题:目前 CAD/CAM 系统主要应用于固定修复领域,而在可摘局部义齿以及全口义齿中没有应用的主要原因是 CAD/CAM 系统的切削加工固有的局限性,不单造成材料的浪费,也使得制作的修复体种类单一,不能切削加工复合材料的修复体。

综上所述,如果能将金属 3D 打印技术替代传统 CAD/CAM 系统的切削制造技术,姑且称之为口腔 CAD/金属 3D 打印系统,将能更好地拓展口腔修复体制作的适应证和修复体质量。

发明内容

针对上述现有技术存在的缺陷或不足，本发明的目的在于，提供一种新的口腔修复体加工方法，该方法将现有的口腔 CAD 系统与金属 3D 打印技术相结合，达到快速个性化制作金属口腔修复体。

为了实现上述任务，本发明采取如下的技术方案：

一种口腔修复体 CAD/金属 3D 自动化加工方法，其特征在于，该方法采用光学扫描和计算机辅助设计系统、CAD 辅助系统和选择性激光熔覆机组成的复合系统加工口腔修复体，具体包括下列步骤：

步骤一，常规完成患者口内或者口外石膏模型的三维外形扫描并建立与口腔缺牙情况一致的数据模型；

步骤二，根据口腔修复体的设计原则，采用 CAD 辅助系统完口腔成修复体的构型设计与制作，输出数据格式为选择性激光熔覆机兼容的 STL 格式；

步骤三，选择性激光熔覆机以 SLM 成型的金属粉末材料，将步骤二得到的口腔修复体 CAD 三维数据模型，离散成二维平面数据，按照预设的顺序进行二维平面轮廓数据加工，逐层累加，熔覆堆积金属粉末材料成型，得到金属口腔修复体。

步骤四，在金属口腔修复体上烤塑或者烤瓷，完成口腔修复体的制作。

其中步骤三中所述的选择性激光熔覆机熔覆堆积金属粉末材料成型是在真空惰性气体加工仓内，将金属粉末材料铺于金属基板上，单层铺粉厚度为依据不同金属粉末材料的特性和加工精度而定，具体成型步骤如下：

(1) 将金属粉末置于粉床之上，升温至合适的温度；

(2) 步骤(1)结束后激光光束按照二维平面轮廓将金属粉末熔覆成形；

(3) 步骤(2)结束后，进行第二次铺粉，用刮板将粉床表面刮平，然后重新按照步骤(1)、步骤(2)顺序进行新一层的单道熔覆成型；经反复铺粉，单道熔覆成型后，去除未曾熔覆的粉末和支撑结构，即可得到金属口腔修复体。

所述的步骤二中进一步包括：CAD 辅助系统在口腔修复体计算机辅助设计时，将金属支架与人工牙连接处设计利于增进金瓷结合或者烤塑结合的固位结构，这些固位结构包括固位微珠、固位微球、或者增大粘接面积的蜂窝状结构。

所述的口腔修复体包括：

(1)、个性化的桩核、冠桥、烤瓷冠桥基底、可摘局部义齿支架或全口义齿基托；或者

(2)、个性化种植体、种植体上部结构的桥架、个性化基台。

本发明的口腔修复体 CAD/金属 3D 自动化加工方法，创新之处在于：

1、改变传统的种植体及其上部结构的制作方式，由数控切削加工变为金属 3D 打印加工，加工效率极大提高，还可以实现个性化制作，必要时还可以和数控切削辅助加工两种加工方式有机结合起来，各取所长，达到金属 3D 打印与数控切削的完美结合，颠覆原有的种植体及其上部结构的制作方式。

2、在种植体 3D 打印过程中，可掺入适量的银离子粉末，达到既抗菌，又不影响骨结合的目的。

3、在 CAD 设计时，将金属支架与人工牙连接处设计特殊的利于增进金瓷结合或者烤塑结合的固位结构：如固位微珠、固位微球、或者增大粘接面积的蜂窝状结构等，通过金属 3D 打印制作出符合设计要求的金属支架特殊结构，从而在金属支架烤塑或者烤瓷的同时，提高塑料或陶瓷与金属支架的结合力，降低陶瓷或者塑料的破损率，利于口腔修复体长期稳定地行使正常功能。

4、采用本发明方法中的光学扫描和计算机辅助设计系统、CAD 辅助系统、选择性激光熔覆机组成的复合系统，可安放在流动交通工具上，例如车、船，相当于一个流动的义齿数字化加工厂。

附图说明

图 1 是本发明采用的光学扫描和计算机辅助设计系统、CAD 辅助系统、选择性激光熔覆机组成的复合系统结构框图；

图 2 是以可摘局部义齿 TC4 支架为例制备的金属口腔修复体结构图；

图 3 是修复体金属支架与陶瓷或者塑料连接处特殊结构的形式图片；

图 4 是金属 3D 打印完成的可摘局部义齿 TC4 金属支架图片；

图 5 是可摘局部义齿 TC4 金属支架局部特殊结构展示图片；

图 6 是可摘局部义齿 TC4 金属支粘贴架烤瓷或者烤塑照片；

以下结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。

具体实施方式

参见图 1，本发明给出一种新的口腔修复体加工方法，该方法采用光学扫描和计算机辅助设计系统、CAD 辅助系统和选择性激光熔覆机组成的复合系统加工口腔修复体。该复合系统包括三部分，第一部分为光学扫描和计算机辅助设计系统，用以完成口腔修复体的数字化模型的采集；第二部分为口腔修复体的 CAD 辅助系统，以完成口腔修复体构型的计算机辅助设计。第三部分为小型化的选择性激光熔覆机，该选择性激光熔覆机充当了金属 3D 打印的角色，将设计完成的口腔修复体的 CAD 数据用金属粉末熔覆堆积成型。具体包括下列步骤：

步骤一，常规完成患者口内或者口外石膏模型的三维外形扫描并建立与口腔缺牙情况一致的数据模型；

步骤二，根据口腔修复体的设计原则，采用 CAD 辅助系统完口腔成修复体的构型设计与制作，输出数据格式为选择性激光熔覆机兼容的 STL 格式；

步骤三，选择性激光熔覆机以 SLM 成型的金属粉末材料，将步骤二得到的口腔修复体 CAD 三维数据模型，离散成二维平面数据，按照预设的顺序进行二维平面轮廓数据加工，逐层累加，熔覆堆积金属粉末材料成型，得到金

属口腔修复体；

步骤四，在金属口腔修复体上烤塑或者烤瓷，完成口腔修复体的制作。

上述金属口腔修复体包括：1、个性化的金属桩核、金属冠桥、烤瓷冠桥基底、可摘局部义齿金属支架、全口义齿金属基托；

2、个性化种植体、种植体上部结构的桥架、个性化基台等；

所述步骤二中进一步包括：CAD 辅助系统在口腔修复体计算机辅助设计时，将金属支架与人工牙连接处设计利于增进金瓷结合或者烤塑结合的固位结构，这些固位结构包括固位微珠、固位微球、或者增大粘接面积的蜂窝状结构，以增加陶瓷或者塑料与金属支架的结合力。

以下是发明人给出的一种口腔修复体中较为复杂的可摘局部义齿的制作的详细全过程：

1、材料与设备

1.1 SLM 所需材料及设备

选择性激光熔覆机（EOSINT M280，EOS 公司，德国）；

TC4 粉末，球形粉，粒径 15-53 微米（卡本特公司，美国）；

光学扫描和计算机辅助设计系统(DWOS, Dental Wings 公司，加拿大)。

1.2 其他材料与设备

康特“水魔方”硅橡胶印模材（康特齿科集团，瑞士）；

超硬石膏（湖北贝诺齿科材料有限公司）。

1.3 病例选择和基牙预备

选取以男性患者，年龄 56 岁，左上颌前磨牙和第一磨牙缺失，不能行种植和固定义齿修复，自愿行传统的维他灵金属支架式可摘局部义齿修复。

可摘局部义齿设计参见图 2，为牙支持式的可摘局部义齿，13、17、23、27 作为基牙，放置合支托，唇颊侧设计卡环，宽后腭杆为大连接体。完成临床基牙预备。

1.4 可摘局部义齿支架的计算机辅助设计和 3D 打印

制取两付患者口腔石膏模型，一付按照传统的失蜡铸造方法制作完成并给患者佩戴。另一付使光学扫描和计算机辅助设计系统获得石膏模型的数字化模型，用 3shape 公司的可摘局部义齿设计软件完成可摘局部义齿 TC4 支架的 CAD 设计图（图 2），需要强调的是在 14、15、16 缺牙区设计出设计出增加结合力的特殊固位微珠结构（图 3），随后以该数据在选择性激光熔覆机上进行金属 3D 打印，制作出可摘局部合金义齿 TC4 支架（图 4）。可摘局部义齿 TC4 金属支架局部特殊结构展示图片如图 5 所示。打印制作参数是 400W 光纤激光，单层铺粉厚度为 60 微米，扫描路径为线性充填+外轮廓扫描。

本实施例中，选择性激光熔覆机充当了金属 3D 打印的角色，其熔覆堆积 TC4 粉末成型是在真空惰性气体加工仓内，将 TC4 粉末材料铺于金属基板上，单层铺粉厚度为依据不同金属粉末材料的特性和加工精度而定，具体成型步骤如下：

- （1）将金属粉末（TC4 粉末）置于粉床之上，升温至合适的温度；
- （2）步骤（1）结束后激光光束按照二维平面轮廓将金属粉末熔覆成形；
- （3）步骤（2）结束后，进行第二次铺粉，用刮板将粉床表面刮平，然后重新按照步骤（1）、步骤（2）顺序进行新一层的单道熔覆成型；经反复铺粉，单道熔覆成型后，去除未曾熔覆的粉末和支撑结构，即可得到可摘局部合金义齿 TC4 支架。

1.5 可摘局部合金义齿 TC4 支架烤塑或烤瓷

在可摘局部合金义齿 TC4 支架与人造牙连接处特殊结构上烤塑或烤瓷，完成口腔修复体的制作（图 6）。

需要说明的是，以上的实施例是帮助本领域的技术人员理解本发明，本发明不限于上述实施例，按照本发明的方法，还可以对个性化的桩核、冠桥、

烤瓷冠桥基底、可摘局部义齿支架或全口义齿基托；或者个性化种植体、种植体上部结构的桥架、个性化基台等各种口腔修复体的自动进行加工。在种植体 3D 打印过程中，可掺入适量的银离子粉末，达到既抗菌，又不影响骨结合的目的。

当然，本发明方法中采用的光学扫描和计算机辅助设计系统、CAD 辅助系统和选择性激光熔覆机组成的复合系统，可安放在流动交通工具上，例如车、船，相当于一个流动的义齿数字化加工厂，为患者提供更便捷的服务。

权 利 要 求 书

1、一种口腔修复体 CAD/金属 3D 自动化加工方法，其特征在于，该方法采用光学扫描和计算机辅助设计系统、CAD 辅助系统和选择性激光熔覆机组成的复合系统加工口腔修复体，具体包括下列步骤：

步骤一，常规完成患者口内或者口外石膏模型的三维外形扫描并建立与口腔缺牙情况一致的数据模型；

步骤二，根据口腔修复体的设计原则，采用 CAD 辅助系统完口腔成修复体的构型设计与制作，输出数据格式为选择性激光熔覆机兼容的 STL 格式；

步骤三，选择性激光熔覆机以 SLM 成型的金属粉末材料，将步骤二得到的口腔修复体 CAD 三维数据模型，离散成二维平面数据，按照预设的顺序进行二维平面轮廓数据加工，逐层累加，熔覆堆积金属粉末材料成型，得到金属口腔修复体；

步骤四，在金属口腔修复体上烤塑或者烤瓷，完成口腔修复体的制作。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述的口腔修复体包括：

(1)、个性化的桩核、冠桥、烤瓷冠桥基底、可摘局部义齿支架或全口义齿基托；或者

(2)、个性化种植体、种植体上部结构的桥架、个性化基台。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，步骤三中所述的选择性激光熔覆机熔覆堆积金属粉末材料成型是在真空惰性气体加工仓内，将金属粉末材料铺于金属基板上，单层铺粉厚度为依据不同金属粉末材料的特性和加工精度而定，具体成型步骤如下：

(1) 将金属粉末置于粉床之上，升温至合适的温度；

(2) 步骤(1)结束后激光光束按照二维平面轮廓将金属粉末熔覆成形；

(3) 步骤(2)结束后，进行第二次铺粉，用刮板将粉床表面刮平，然

后重新按照步骤（1）、步骤（2）顺序进行新一层的单道熔覆成型；经反复铺粉，单道熔覆成型后，去除未曾熔覆的粉末和支撑结构，即可得到金属口腔修复体。

4、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述步骤二中进一步包括：CAD 辅助系统在口腔修复体计算机辅助设计时，将金属支架与人工牙连接处设计利于增进金瓷结合或者烤塑结合的固位结构，这些位结构包括固位微珠、固位微球、或者增大粘接面积的蜂窝状结构。

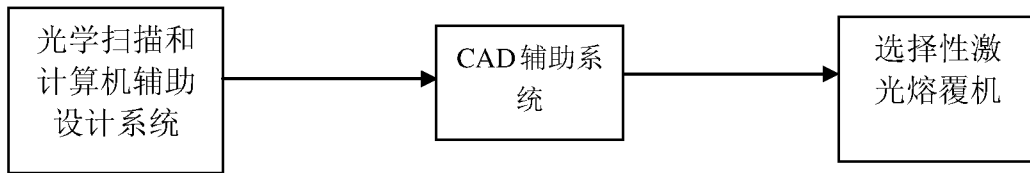


图 1

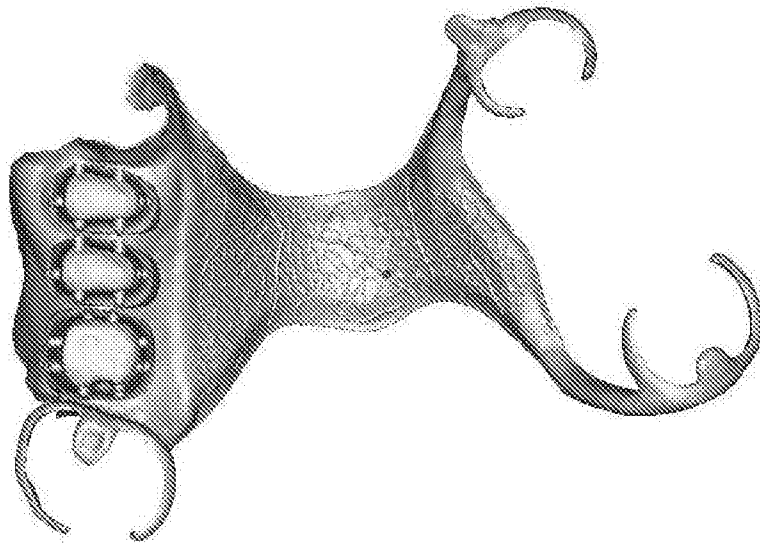


图 2

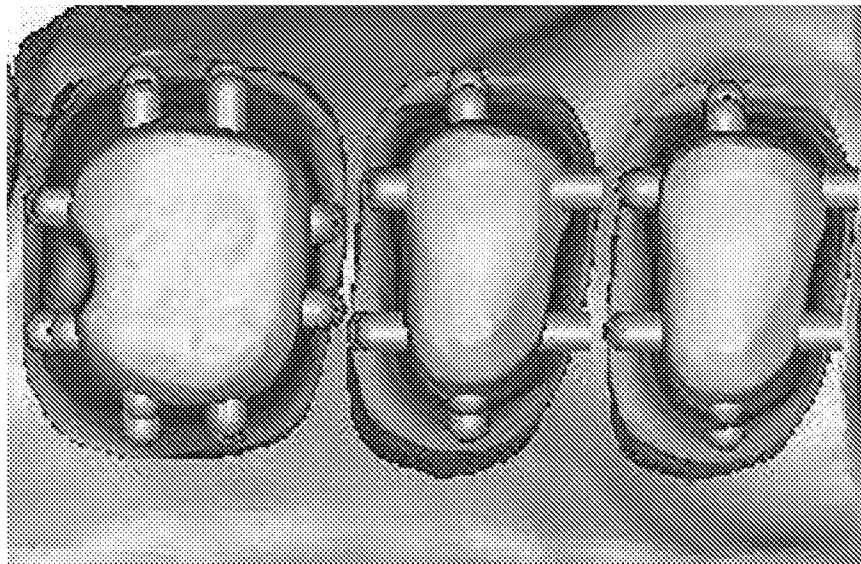


图 3

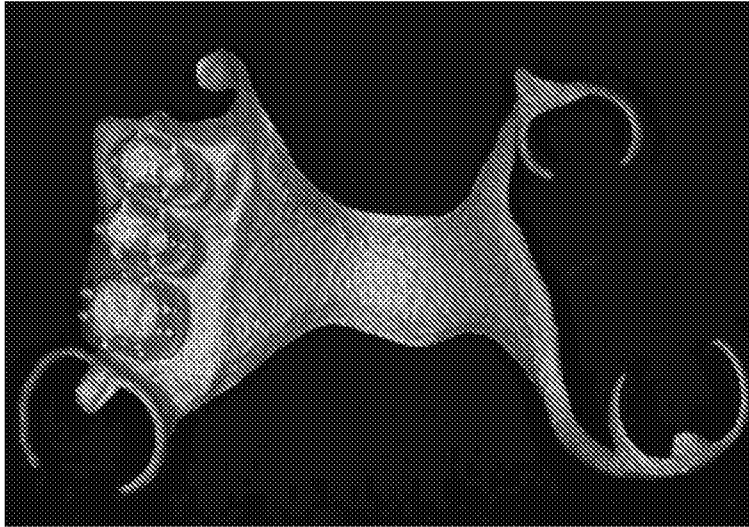


图 4



图 5



图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/084052

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61C 13/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: THE FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY OF PLA; GAO, Bo; oral cavity, three-dimensional, aided design, aided manufacturing, selective laser cladding machine, porcelain, microsphere, honeycomb, dental, prosthesis, restoration, 3D print+, CAD, CAM, STL, SLM, metal, laser, scan+, 3D scan+, data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106037966 A (THE FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY OF PLA), 26 October 2016 (26.10.2016), claims 1-4	1-4
PX	CN 105930615 A (THE FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY OF PLA), 07 September 2016 (07.09.2016), claims 1-8	1-4
PX	CN 105852998 A (THE FOURTH MILITARY MEDICAL UNIVERSITY OF PLA), 17 August 2016 (17.08.2016), claims 1-3	1-4
Y	CN 102655820 A (HERAEUS KULZER GMBH), 05 September 2012 (05.09.2012), description, paragraphs [0031]-[0040], and figure 1	1-4
Y	CN 101401746 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 08 April 2009 (08.04.2009), description, page 3, line 1 to page 4, line 1	1-4
A	TW 201603782 A (TAIWAN INNOVATIVE BIOMEDICAL CO., LTD.), 01 February 2016 (01.02.2016), the whole document	1-4
A	CN 105411700 A (BEIJING STOMATOLOGICAL HOSPITAL, CAPITAL MEDICAL UNIVERSITY), 23 March 2016 (23.03.2016), the whole document	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 July 2017 (20.07.2017)	Date of mailing of the international search report 11 August 2017 (11.08.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer ZHAO, Shi Telephone No.: (86-10) 62413519

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/084052

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104983477 A (WANG, Yunwu), 21 October 2015 (21.10.2015), the whole document	1-4
A	CN 104699865 A (NANJING SMART3D INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD. et al.), 10 June 2015 (10.06.2015), the whole document	1-4
A	US 2007050074 A1 (HOLZNER, S. et al.), 01 March 2007 (01.03.2007), the whole document	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/084052

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106037966 A	26 October 2016	None	
CN 105930615 A	07 September 2016	None	
CN 105852998 A	17 August 2016	None	
CN 102655820 A	05 September 2012	KR 101652562 B1	30 August 2016
		EP 2506796 A1	10 October 2012
		CA 2778908 A1	09 June 2011
		JP 2013512695 A	18 April 2013
		BR 112012013173 A2	01 March 2016
		DE 102009056752 A1	09 June 2011
		WO 2011066895 A1	09 June 2011
		AU 2010327121 A1	24 May 2012
		US 2012258430 A1	11 October 2012
		CA 2778908 C	05 January 2016
		KR 20120107470 A	02 October 2012
		US 9295534 B2	29 March 2016
		AU 2010327121 B2	11 September 2014
CN 101401746 A	08 April 2009	CN 101401746 B	10 November 2010
TW 201603782 A	01 February 2016	None	
CN 105411700 A	23 March 2016	None	
CN 104983477 A	21 October 2015	None	
CN 104699865 A	10 June 2015	None	
US 2007050074 A1	01 March 2007	US 2009246736 A1	01 October 2009
		DE 102005035475 A1	10 May 2007
		US 7689308 B2	30 March 2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/084052

A. 主题的分类 A61C 13/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																										
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) A61C 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) WPI, EPDOC, CNKI, CNPAT: 中国人民解放军第四军医大学, 高勃, 口腔, 修复, 假牙, 三维, 辅助设计, 辅助制造, 3D 打印, 金属, 选择性激光熔覆机, 数据, 烤瓷, 激光器, 微珠, 微球, 蜂窝, dental, prosthesis, restoration, 3D print+, CAD, CAM, STL, SLM, metal, laser, scan+, 3D scan+, data																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 106037966 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 权利要求1-4</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105930615 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 9月 7日 (2016 - 09 - 07) 权利要求1-8</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105852998 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 权利要求1-3</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102655820 A (贺利氏古萨有限公司) 2012年 9月 5日 (2012 - 09 - 05) 说明书第[0031]-[0040]段, 图1</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101401746 A (华中科技大学) 2009年 4月 8日 (2009 - 04 - 08) 说明书第3页第1行至第4页第1行</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>TW 201603782 A (台湾创新生医股份有限公司) 2016年 2月 1日 (2016 - 02 - 01) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105411700 A (首都医科大学附属北京口腔医院) 2016年 3月 23日 (2016 - 03 - 23) 全文</td> <td>1-4</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 106037966 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 权利要求1-4	1-4	PX	CN 105930615 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 9月 7日 (2016 - 09 - 07) 权利要求1-8	1-4	PX	CN 105852998 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 权利要求1-3	1-4	Y	CN 102655820 A (贺利氏古萨有限公司) 2012年 9月 5日 (2012 - 09 - 05) 说明书第[0031]-[0040]段, 图1	1-4	Y	CN 101401746 A (华中科技大学) 2009年 4月 8日 (2009 - 04 - 08) 说明书第3页第1行至第4页第1行	1-4	A	TW 201603782 A (台湾创新生医股份有限公司) 2016年 2月 1日 (2016 - 02 - 01) 全文	1-4	A	CN 105411700 A (首都医科大学附属北京口腔医院) 2016年 3月 23日 (2016 - 03 - 23) 全文	1-4
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 106037966 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 权利要求1-4	1-4																								
PX	CN 105930615 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 9月 7日 (2016 - 09 - 07) 权利要求1-8	1-4																								
PX	CN 105852998 A (中国人民解放军第四军医大学) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 权利要求1-3	1-4																								
Y	CN 102655820 A (贺利氏古萨有限公司) 2012年 9月 5日 (2012 - 09 - 05) 说明书第[0031]-[0040]段, 图1	1-4																								
Y	CN 101401746 A (华中科技大学) 2009年 4月 8日 (2009 - 04 - 08) 说明书第3页第1行至第4页第1行	1-4																								
A	TW 201603782 A (台湾创新生医股份有限公司) 2016年 2月 1日 (2016 - 02 - 01) 全文	1-4																								
A	CN 105411700 A (首都医科大学附属北京口腔医院) 2016年 3月 23日 (2016 - 03 - 23) 全文	1-4																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																										
国际检索实际完成的日期 2017年 7月 20日		国际检索报告邮寄日期 2017年 8月 11日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 赵实 电话号码 (86-10)62413519																								

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 104983477 A (王运武) 2015年 10月 21日 (2015 - 10 - 21) 全文	1-4
A	CN 104699865 A (南京智周信息科技有限公司 等) 2015年 6月 10日 (2015 - 06 - 10) 全文	1-4
A	US 2007050074 A1 (HOLZNER, STEPHAN 等) 2007年 3月 1日 (2007 - 03 - 01) 全文	1-4

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/084052

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106037966	A	2016年 10月 26日	无			
CN	105930615	A	2016年 9月 7日	无			
CN	105852998	A	2016年 8月 17日	无			
CN	102655820	A	2012年 9月 5日	KR	101652562	B1	2016年 8月 30日
				EP	2506796	A1	2012年 10月 10日
				CA	2778908	A1	2011年 6月 9日
				JP	2013512695	A	2013年 4月 18日
				BR	112012013173	A2	2016年 3月 1日
				DE	102009056752	A1	2011年 6月 9日
				WO	2011066895	A1	2011年 6月 9日
				AU	2010327121	A1	2012年 5月 24日
				US	2012258430	A1	2012年 10月 11日
				CA	2778908	C	2016年 1月 5日
				KR	20120107470	A	2012年 10月 2日
				US	9295534	B2	2016年 3月 29日
				AU	2010327121	B2	2014年 9月 11日
CN	101401746	A	2009年 4月 8日	CN	101401746	B	2010年 11月 10日
TW	201603782	A	2016年 2月 1日	无			
CN	105411700	A	2016年 3月 23日	无			
CN	104983477	A	2015年 10月 21日	无			
CN	104699865	A	2015年 6月 10日	无			
US	2007050074	A1	2007年 3月 1日	US	2009246736	A1	2009年 10月 1日
				DE	102005035475	A1	2007年 5月 10日
				US	7689308	B2	2010年 3月 30日