SLM 成型 TC4 新型腰椎椎间融合器力学性能研究

一. 成果完成人及所在单位： 位松林，机械与汽车工程学院 指导教师：葛晓宏

二. 成果简介：

本项目以国内大众病例腰椎椎间融合器为研究开发对象，通过采用钛合金 TC4（Ti6Al4V）材料、激光选区熔化 SLM 成型技术和现代仿真及试验检测技术，研究确定了新型椎椎间融合器外形带齿结构和内部金刚石晶格单元形式、规格、孔隙率、不规则度等多孔结构参数，优化了 SLM 成型工艺和热处理工艺；研究发现热等静压（HIP）处理工艺可以改善多孔结构的表面质量但对静态力学性能影响极小，无植骨窗腰椎椎间融合器的机械力学性能相对较好。本研究开发成果对突破国内腰椎椎间融合器的开发困境及临床应用提供了一定的基础。

三. 主要研究内容及创新点：

本项目以某公司机加工成型的腰椎产品为基础，根据现代金属 3D 打印技术和人体骨骼及安装要求，利用 Solidworks、ANSYS Additive、3-matic 等软件进行建模和仿真分析，德国 EOS 金属 3D 打印机、万能试验机等设备进行机械力学试验验证，进行内部多孔结构参数的设计验证。完成腰椎椎间融合器的外形和内部结构开发设计及机械力学性能验证。主要内容及创新点：

1、开发一新款腰椎椎间融合器。外形设计成带齿形状有植骨窗和无植骨窗（见图 1），规格 0.75mm×0.75mm×0.75mm 的金刚石晶格单元、孔隙率为 67.33%，不规则度为 40%；

2、开展 SLM 成型工艺优化，使用 ANSYS Additive 增材制造软件对单道熔池、孔隙率和多孔结构模型进行工艺过程仿真和实验分析。选定新产品的工艺参数为激光功率 170W、扫描速度 1150mm/s；

3、研究了热等静压 HIP 处理工艺对多孔结构性能的影响。利用 CT 和 SEM 技术分析 HIP 处理增加前、后两种处理方法的形貌以及力学试验分析，验证了在不考虑动态疲劳寿命情况下，HIP 处理对静态力学性能无显著改善（见图 2）；

4、完成了新产品力学性能试验验证（见图 3），在退火热处理后，进行静态压缩、剪切和沉陷性能、疲劳压缩和剪切试验。无植骨窗腰椎椎间融合器的压缩疲劳和剪切疲劳效果较好（见图 4 和 5）。从机械力学性能的角度，初步认定本设计的无植骨窗腰椎椎间融合器相对安全适用。

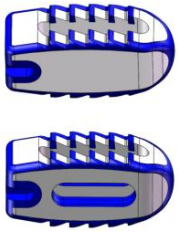


图 1 设计图

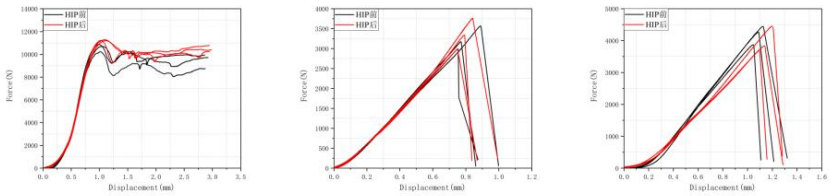


图 2 增加 HIP 处理前、后的试验结果



图 3 产品验证图



图 4 压缩疲劳效果图



图 5 剪切疲劳效果图

四. 主要研究成果及应用情况

1 篇论文（投稿中）。
申请专利 1 项（申请中）。

联系人：位松林 电 话：18144149430 Email:941338858@qq.com