

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B22F 3/105 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510120552.7

[43] 公开日 2006 年 6 月 28 日

[11] 公开号 CN 1792513A

[22] 申请日 2005.12.28

[74] 专利代理机构 华中科技大学专利中心

[21] 申请号 200510120552.7

代理人 方 放

[71] 申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037 号

[72] 发明人 张海鸥 王桂兰

权利要求书 1 页 说明书 4 页

[54] 发明名称

零件与模具的无模直接制造方法

[57] 摘要

零件与模具的无模直接制造方法，属于零件快速制造方法，步骤为：(1)设计零件的三维 CAD 模型；(2)对三维 CAD 模型进行切片处理；(3)根据分层数据进行路径规划，生成每层成形的数控代码；(4)采用数控等离子熔积喷枪或氩弧焊枪，将合金、金属间化合物、金属陶瓷或陶瓷的丝材或粉末，在基板上按照每层数控代码熔积成形；(5)熔积成形过程中，将等离子弧或氩弧与激光复合；(6)按照上述步骤逐层熔积成形，直至达到零件尺寸形状的要求。本发明保持等离子或氩弧焊成形成本低、效率高，成形体易于达到满密度的优点，仅附加小功率激光，成本低于激光熔敷和电子束成形技术，可快速、低成本地获得组织力学性能和表面质量好的零件或模具。

1. 一种零件与模具的无模直接制造方法，包括下述步骤：（1）根据零件成形的要求，设计零件的三维 CAD 模型；（2）根据零件形状和尺寸精度要求，对三维 CAD 模型进行切片处理；（3）根据分层数据和每层形状的特点进行路径规划，生成每层成形所需的数控代码；（4）采用数控的等离子熔积喷枪或氩弧焊枪，将合金、金属间化合物、金属陶瓷或陶瓷的丝材或者粉末，在基板上按照每层的数控代码熔积成形；（5）熔积成形过程中，将等离子弧与激光束复合；（6）按照上述步骤（3）～（5）逐层熔积成形，直至成形体达到零件尺寸形状的要求。

2. 如权利要求 1 所述的零件与模具的无模直接制造方法，其特征在于在成形过程中或成形结束后，用超声波、干式电火花加工、铣削或激光去除式方法，对成形体表面进行去除式精加工；或用激光和等离子进行表面处理，以达到所需的表面质量。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的零件与模具的无模直接制造方法，其特征在于和等离子弧复合的激光束为 CO₂ 激光器、YAG 固体激光器或者调 Q 激光器发出的激光束，其平均功率为 1000w 以内。

零件与模具的无模直接制造方法

技术领域

本发明属于零件快速制造方法。

背景技术

快速直接金属零件制造(Direct Rapid Metal Manufacturing)已成为 RP 技术研究的国际前沿，目前已出现了多种直接快速制造金属零件的方法。其中，可获得密度高的方法主要有大功率的激光近终成形技术 (Laser Engineering Net-Shaping, LENS)、电子束沉积技术、等离子熔积法等。见 H. Muller, J. Sladojevic. Rapid tooling approaches for small lot production of sheet-metal parts, Journal of Material Processing Technology, 2001, 115: 97-103; 王华明. 金属材料激光表面改性与高性能金属零件激光快速成形技术研究进展. 航空学报, 2002, 23 (5): 473-478。LENS 方法是采用大功率激光逐层将送到基板上的金属粉末熔化，并快速凝固最终形成工件，工件的密度高于选择性激光烧结方法。但该技术存在成形效率不高、难于达到满密度、设备投资大、表面精度高等问题。电子束沉积方法采用大功率的电子束熔化粉末材料，根据计算机模型施加电磁场，控制电子束的运动，逐层扫描直至整个零件成形完成。然而其工艺条件要求严格，需在真空中进行，致使成形尺寸受到限制，设备造价昂贵。等离子熔积方法是采用高度压缩、集束性好的等离子束熔化同步供给的金属粉末，在基板上逐层堆积形成金属零件或模具的技术，具有比 LENS 方法和电子束沉积方法成形效率高，易于获得满密度，设备成本低等特点，见白培刚，史育红，程军等. 三维成型焊接快速制造技术，焊接技术，1998 (6): 39-40。但是，该技术的成形精度不高，在熔积成形精度要求高的零件时，为提高精度采用微弧

等离子，但其能量不足，且需提高弧柱的稳定性和集束性。

发明内容

本发明提供一种零件与模具的无模直接制造方法，在成形过程中将等离子束与小功率激光束复合，既可发挥等离子弧熔积成形效率高、易获得满密度、成本低的优点，又可发挥集束性更好的激光成形精度较高的长处。

本发明的一种零件与模具的无模直接制造方法，包括下述步骤：(1)根据零件成形的要求，设计零件的三维 CAD 模型；(2)根据零件形状和尺寸精度要求，对三维 CAD 模型进行切片处理；(3)根据分层数据和每层形状的特点进行路径规划，生成每层成形所需的数控代码；(4)采用数控的等离子熔积喷枪或氩弧焊枪，将合金、金属间化合物、金属陶瓷或陶瓷的丝材或者粉末，在基板上按照每层的数控代码熔积成形；(5)熔积成形过程中，将等离子弧与激光束复合；(6)按照上述步骤(3)～(5)逐层熔积成形，直至成形体达到零件尺寸形状的要求。

所述的零件与模具的无模直接制造方法，可以在成形过程中或成形结束后，用超声波、干式电火花加工、铣削或激光去除式方法，对成形体表面进行去除式精加工，或用激光和等离子进行表面处理，以达到所需的表面质量。

所述的零件与模具的无模直接制造方法，和等离子弧复合的激光束可以为 CO₂激光器、YAG 固体激光器或者调 Q 激光器发出的激光束，其平均功率为 1000W 以内。

本发明在成形过程中将等离子束或氩弧与激光束相复合，即在等离子束或氩弧的同轴或一侧使激光束聚焦于等离子束或氩弧作用的区域，将比现有的纸、光敏树脂等材料熔点更高的金属、金属间化合物等材料逐层熔化到基板上。本发明以高效率、致密、低成本为特征的等离子熔积或氩弧焊方法快速地将成形粉末或丝材熔化在基体上逐层堆积成形；在成形过程中复合小功率激光束，为熔积成形增加成形热能，以获得致密和组织性能良好的成形体，

在等离子弧中加入激光还可使等离子弧的磁压缩效应增强，弧柱被压缩，成形精度提高。在成形过程中或成形结束后，根据对产品表面质量的要求和已堆积层的表面情况，有时需用超声波、干式电火花加工、铣削或激光对成形体表面进行表面去除式精加工，或用激光和等离子进行表面处理，以达到所需的表面质量。

本发明保持等离子或氩弧熔积成形成本低，成形效率高，成形体易于达到满密度的优点，且一般在大气环境条件下成形，而且成形时仅附加小功率激光束，设备和运行成本低于激光熔敷和电子束成形技术。因此，采用本发明可以快速、低成本地获得组织力学性能和表面质量好的金属等高熔点材料的零件或模具。

具体实施方式

实施例 1：首先采用数控的等离子熔积（堆焊）喷枪，根据零件成形的要求，用铁-镍-铬合金丝材，在基板上按照由三维 CAD 模型得到的数字化成形路径熔积成形；其次将功率为 50w 的 YAG 固体激光器发出的激光束，与转移弧电流为 150A 的等离子弧复合，达到使等离子弧柱压缩，提高成形精度的目的。为了达到所需的成形高度，可按上述步骤多次进行，直至达到高度要求。

实施例 2：根据零件成形的要求，采用镍基合金粉末，在基板上按照由三维 CAD 模型得到的数字化熔积成形路径，将转移弧电流为 120A 的等离子弧与功率为 150w 的调 Q 激光束复合成形。按上述步骤多次进行，逐层熔积成形达到所需高度。

实施例 3：采用镍铝金属间化合物粉末，在基板上按照由三维 CAD 模型得到的数字化熔积成形路径，将转移弧电流为 180A 的等离子弧与功率为 200w 的调 Q 激光束复合，逐层熔积成形；其次，在成形过程中或成形结束后，采用调 Q 激光对成形体表面正面照射，进行激光表面去除式微细精加工，以提高表面质量。

实施例 4：根据零件成形的要求，采用金属陶瓷复合粉末，在基板上按照由三维 CAD 模型得到的数字化熔积成形路径，将转移弧电流为 180A 的等离子弧与功率为 400w 的调 Q 激光束复合成形。按上述步骤多次进行，逐层熔积成形达到所需高度。