



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110548960 A

(43)申请公布日 2019. 12. 10

(21)申请号 201910980121.X

(22)申请日 2019.10.15

(71)申请人 湖北汽车工业学院

地址 442002 湖北省十堰市红卫教育口车城西路167号

(72)发明人 孙建新 曾大新 张元好 刘建永 杨伟

(74)专利代理机构 北京金智普华知识产权代理有限公司 11401

代理人 杨采良

(51)Int.Cl.

B23K 9/04(2006.01)

B23K 9/12(2006.01)

B23K 9/32(2006.01)

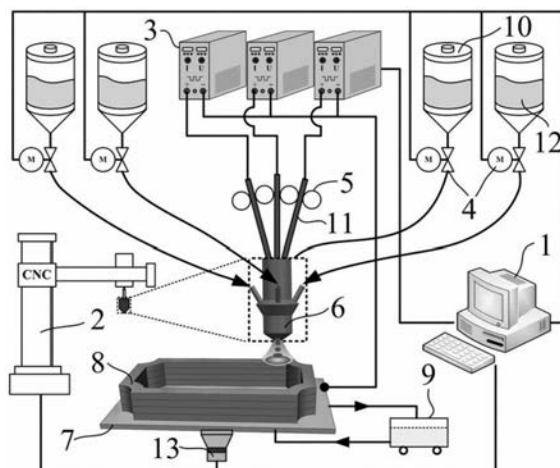
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法

(57)摘要

本发明公开了一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,核心技术是将超声振动辅助系统有机融合到多材料的电弧增材制造系统中,制造过程中通过实时调节超声振动的频率、功率等参数,以促进不同材料的结合,调节颗粒增强相的分布,消除裂纹和降低气孔率,改善多材料构件的组织形态和物化性能。该方法由一整套多材料丝-粉复合电弧增材制造系统施行。本发明能够调控和改善电弧增材制造多材料构件的组织形态和物化性能,制造流程简单、工艺操控性好、相对制造成本低,适合多材料、复杂结构金属基复合材料构件的快速生产,适应智能制造需要。



1. 一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:将超声振动辅助系统有机融合到多材料的电弧增材制造系统中,制造过程中通过实时调节包括超声振动的频率、功率在内的相关参数,促进不同材料的结合,调节颗粒增强相的分布,消除裂纹并降低气孔率,改善多材料构件的组织形态和物化性能。

2. 根据权利要求1所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:该方法由一整套多材料丝-粉复合电弧增材制造系统施行,所述制造系统主要由控制系统、运动系统、弧焊系统、送丝系统、送粉系统、丝-粉耦合系统、超声振动辅助系统、热管理系统组合而成;多个系统在控制系统的调控下工作。

3. 根据权利要求2所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:制造过程如下:

首先,将设计好的多材料构件的数字模型输入计算机控制系统,对数字模型进行制造路径编辑,指定构件不同部位的材料成分及组元,设定构件不同部位的超声振动参数,固化丝-粉复合的弧焊工艺各参数并编写增材制造程序;

然后,启动增材制造程序,控制系统控制数控机床的运动,同时控制弧焊电源和送粉系统的启动、停止及相关参数的调节,送丝系统输送的金属丝材与送粉系统输送的粉体材料在丝-粉复合焊枪处耦合,而丝-粉复合焊枪夹持并固定于数控机床的运动臂架上;

最后,以上各系统配合在底板上沉积得到多材料构件。

4. 根据权利要求3所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:在制造过程中,超声振动辅助系统作用于底板和多材料构件,控制系统指令超声振动辅助系统根据需要实时变更包括频率、功率在内的相关参数;热管理系统实时调节底板和多材料构件的温度以控制热平衡。

5. 根据权利要求3所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:所述弧焊电源分为熔化极和非熔化极两种。

6. 根据权利要求5所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:所述弧焊电源为非熔化极弧焊电源,电弧由钨极产生,配多台独立送丝系统,侧向送丝。

7. 根据权利要求5所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:所述弧焊电源为熔化极弧焊电源,电弧由金属丝材产生,送丝系统和弧焊电源的数量相同,同轴送丝。

8. 根据权利要求3所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:所述丝-粉复合焊枪耦合的金属丝材和粉体材料的种类,由所制造多材料构件的成分决定,金属丝材的种类决定送丝系统的数量,粉体材料的种类决定独立储粉筒的数量。

9. 根据权利要求1所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:所述电弧增材制造是指在电弧的加热作用下,若干种丝材或若干种丝材和粉体材料协同沉积,受控自下而上堆积形成设计的构件形态。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,其特征在于:所述多材料构件是指多种金属或多种金属-颗粒增强相等的复合材料构件,由多种金属丝材或多种金属丝材和陶瓷、非金属、金属间化合物、合金等粉体材料在电弧作用下逐层堆积复合而成。

一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法

技术领域

[0001] 本发明属于新材料技术领域,涉及到多材料构件的制造,具体涉及一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法。

背景技术

[0002] 多材料构件具有优于单一材料构件的结构和性能,在多元化发展的市场需求中具有巨大的性价比优势和应用潜力,成为目前制造技术研发的热点。传统的多材料构件的各部分一般采用机械连接,不同材料间难以形成整体,构件总体性能受限,制造效率偏低,不能适应高性能复杂结构的需要。增材制造可以解决多材料构件复杂结构的快速一体化生产问题,但不同材料间的结合、增强体的分布、界面组织调控、构件的内部质量等,均给快速制造过程提出较大的技术挑战。

[0003] 电弧增材制造是基于传统电弧堆焊和数字化自动控制技术而发展起来的一种新型智能制造技术,适应性广、生产效率高、工艺相对简单、成本较为低廉,具有良好的应用前景。但是,电弧增材制造技术存在成形精度低、成形稳定性差、设备自动化水平不高等问题,而且其内部质量(包括晶粒及显微组织等)难以控制。超声振动辅助在传统铸造、焊接、机械加工中有一定的应用,利用超声波的声能与空化作用,可以有效促进不同材料之间的浸润与结合、细化晶粒、调控相分布和组织结构、消除裂纹和气孔等缺陷,具有很好的应用价值。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是:如何将超声振动系统有机融合进多材料电弧增材制造系统中,并根据不同材料间的特性实时、准确地施加超声振动干预和调节超声振动参数,以达到在快速一体化制造过程中,有效调控多材料构件的组织结构和物化性能。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明采用了以下技术方案:

[0006] 一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,将超声振动辅助系统有机融合到多材料的电弧增材制造系统中,制造过程中通过实时调节包括超声振动的频率、功率在内的相关参数,促进不同材料的结合,调节颗粒增强相的分布,消除裂纹并降低气孔率,改善多材料构件的组织形态和物化性能。

[0007] 优选地,该方法由一整套多材料丝-粉复合电弧增材制造系统施行,所述制造系统主要由控制系统、运动系统、弧焊系统、送丝系统、送粉系统、丝-粉耦合系统、超声振动辅助系统、热管理系统组合而成;多个系统在控制系统的调控下工作。

[0008] 优选地,制造过程如下:

[0009] 首先,将设计好的多材料构件的数字模型输入计算机控制系统,对数字模型进行制造路径编辑,指定构件不同部位的材料成分及组元,设定构件不同部位的超声振动参数,固化丝-粉复合的弧焊工艺各参数并编写增材制造程序;

[0010] 然后,启动增材制造程序,控制系统控制数控机床的运动,同时控制弧焊电源和送粉系统的启动、停止及相关参数的调节,送丝系统输送的金属丝材与送粉系统输送的粉体

材料在丝-粉复合焊枪处耦合,而丝-粉复合焊枪夹持并固定于数控机床的运动臂架上;

[0011] 最后,以上各系统配合在底板上沉积得到多材料构件。

[0012] 优选地,在制造过程中,超声振动辅助系统作用于底板和多材料构件,控制系统指令超声振动辅助系统根据需要实时变更包括频率、功率在内的相关参数;热管理系统实时调节底板和多材料构件的温度以控制热平衡。

[0013] 优选地,所述弧焊电源分为熔化极和非熔化极两种。

[0014] 优选地,所述弧焊电源为非熔化极弧焊电源,电弧由钨极产生,配多台独立送丝系统,侧向送丝。

[0015] 优选地,所述弧焊电源为熔化极弧焊电源,电弧由金属丝材产生,送丝系统和弧焊电源的数量相同,同轴送丝。

[0016] 优选地,所述丝-粉复合焊枪耦合的金属丝材和粉体材料的种类,由所制造多材料构件的成分决定,金属丝材的种类决定送丝系统的数量,粉体材料的种类决定独立储粉筒的数量。

[0017] 优选地,所述电弧增材制造是指在电弧的加热作用下,若干种丝材或若干种丝材和粉体材料协同沉积,受控自下而上堆积形成设计的构件形态。

[0018] 优选地,所述多材料构件是指多种金属或多种金属-颗粒增强相等的复合材料构件,由多种金属丝材或多种金属丝材和陶瓷、非金属、金属间化合物、合金等粉体材料在电弧作用下逐层堆积复合而成。

[0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0020] (1) 本发明只需一次加工,便可制造出金属基多材料构件,制造流程简单、工艺操控性好、原材料形态要求不高、综合制造成本较低,适应多材料、复杂结构金属基复合材料构件的快速制造和智能制造需求。

[0021] (2) 本发明所提供的方法,能够有效解决快速制造过程中多材料构件的界面结合、内部组织、宏观质量等诸多问题,且调控灵活准确,有效提升金属基多材料复杂构件的质量和性能,应用潜力大。

[0022] (3) 将超声振动辅助系统有机融合进多材料电弧增材制造系统中,有效促进了不同材料之间的浸润与结合,细化了晶粒,改善了多材料构件的组织结构和物化性能。

附图说明

[0023] 图1是本发明所提供的一种包含非熔化极弧焊电源的超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法的原理结构图。

[0024] 图2是本发明所提供的一种包含熔化极弧焊电源的超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法的原理结构图。

[0025] 图3a是采用本发明所提供的方法制造的5356A1-WC多材料构件的微观组织形貌图,其中采用了20kHz、500W超声振动辅助制造构件。

[0026] 图3b是相同条件下没有采用超声振动辅助制造构件的微观组织形貌图。

[0027] 附图标记说明:1、计算机控制系统;2、数控机床(或机器人);3、弧焊电源;4、送粉系统;5、送丝系统;6、丝-粉复合焊枪;7、底板;8、多材料构件;9、热管理系统;10、储粉筒;11、金属丝材;12、粉体材料;13、超声振动辅助系统;14、钨极。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图以及具体实施例来详细说明本发明,其中的具体实施例以及说明仅用来解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0029] 如图1和图2所示,本发明公开了一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,制造过程如下:首先,将设计好的多材料构件的数字模型输入计算机控制系统1,对数字模型进行制造路径编辑,指定构件不同部位的材料成分及组元,设定构件不同部位的超声振动参数,固化丝-粉复合的弧焊工艺各参数并编写增材制造程序;然后,启动增材制造程序,计算机控制系统1控制数控机床2的运动,同时控制弧焊电源3和送粉系统4的启动、停止及相关参数的调节,送丝系统5输送的金属丝材11与送粉系统4输送的粉体材料12在丝-粉复合焊枪6处耦合,而丝-粉复合焊枪6夹持并固定于数控机床2的运动臂架上,以上各系统配合在底板7上沉积得到多材料构件8;其间,超声振动辅助系统13作用于底板7和多材料构件8,计算机控制系统1指令超声振动辅助系统13根据需要实时变更频率、功率等参数;另外,热管理系统9实时调节底板7和多材料构件8的温度以控制热平衡。

[0030] 所述超声振动辅助是指在电弧增材制造过程中,选择性控制超声振动的频率、功率等参数,作用于多材料构件,促进不同材料的结合,调节颗粒增强相的分布,消除裂纹和降低气孔率,以及改善多材料构件的组织形态和物化性能。

[0031] 所述多材料构件是指多种金属、或多种金属-颗粒增强相等的复合材料构件,由多种金属丝材,或多种金属丝材和陶瓷、非金属、金属间化合物、合金等粉体材料在电弧作用下逐层堆积复合而成。

[0032] 所述弧焊电源3分为熔化极和非熔化极两种,若为非熔化极弧焊电源,则电弧由钨极14产生,可配多台独立送丝系统5,侧向送丝,如图1所示;若为熔化极弧焊电源,则电弧由金属丝材11产生,送丝系统5和弧焊电源3的数量相同,同轴送丝,如图2所示。

[0033] 所述丝-粉复合焊枪6耦合的金属丝材11和粉体材料12的种类,由所制造多材料构件的成分决定,金属丝材11的种类决定送丝系统5的数量,粉体材料12的种类决定独立储粉筒10的数量。

[0034] 实施例

[0035] 一种超声振动辅助电弧增材制造多材料构件的方法,具体步骤如下:

[0036] 1. 预备工作:

[0037] 将待制造多材料构件8的数字模型进行CAE分析,根据用户要求设计局部材料成分,根据材料成分特性设计超声振动施加点位及相关参数,构件模型分层并设定叠层路径,编写数控程序并进行工艺参数固化;根据设定的材料成分,安排金属丝材11和粉体材料12,进行材料预置;根据构件尺寸及基体金属的材质(如铁基、铝基、钛基等),选择相应材质和尺寸的底板7(即承接板)固定于载物台上,并按相关工艺要求做好底板7的预处理;调节丝-粉复合焊枪6的姿态,设定起始工作点。

[0038] 2. 制造过程:

[0039] 调整好各相关系统后,启动制造系统。首先,为了预热和保证制造过程的热平衡,在底板7上沉积基体金属进行打底过渡,沉积的打底层数或厚度根据需要确定,待底板7基本达到热平衡再进行正式构件的制造;然后,启动多材料构件的电弧增材制造程序,电弧在受控运动的过程中根据程序设定选择性地沉积金属丝材11和粉体材料12,逐层堆积,最终

完成三维多材料构件8的构建。整个增材制造过程中,弧焊电源3、送丝系统5、送粉系统4、超声振动辅助系统13均受程序控制,中间一般无需停顿,如遇特殊原因暂停制造过程,处理、调节完毕后可继续制造,但考虑到热平衡的问题,重启制造前需将底板7和多材料构件8预热至100-200℃(或按需执行)。

[0040] 3. 后处理:

[0041] 多材料构件8制造完成后,需从载物台上卸下,继而从打底层处切割分离底板7和多材料构件8,根据后续需要可对多材料构件8进行选择性的机械加工或热处理,以满足用户要求。

[0042] 图3a和图3b分别给出了有、无超声振动辅助时电弧增材制造5356Al-WC多材料构件的微观组织形貌,从图中可以发现WC颗粒分布及界面反应产物形态的影响,效果明显。

[0043] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则范围之内所作的任何修改、等同替换以及改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

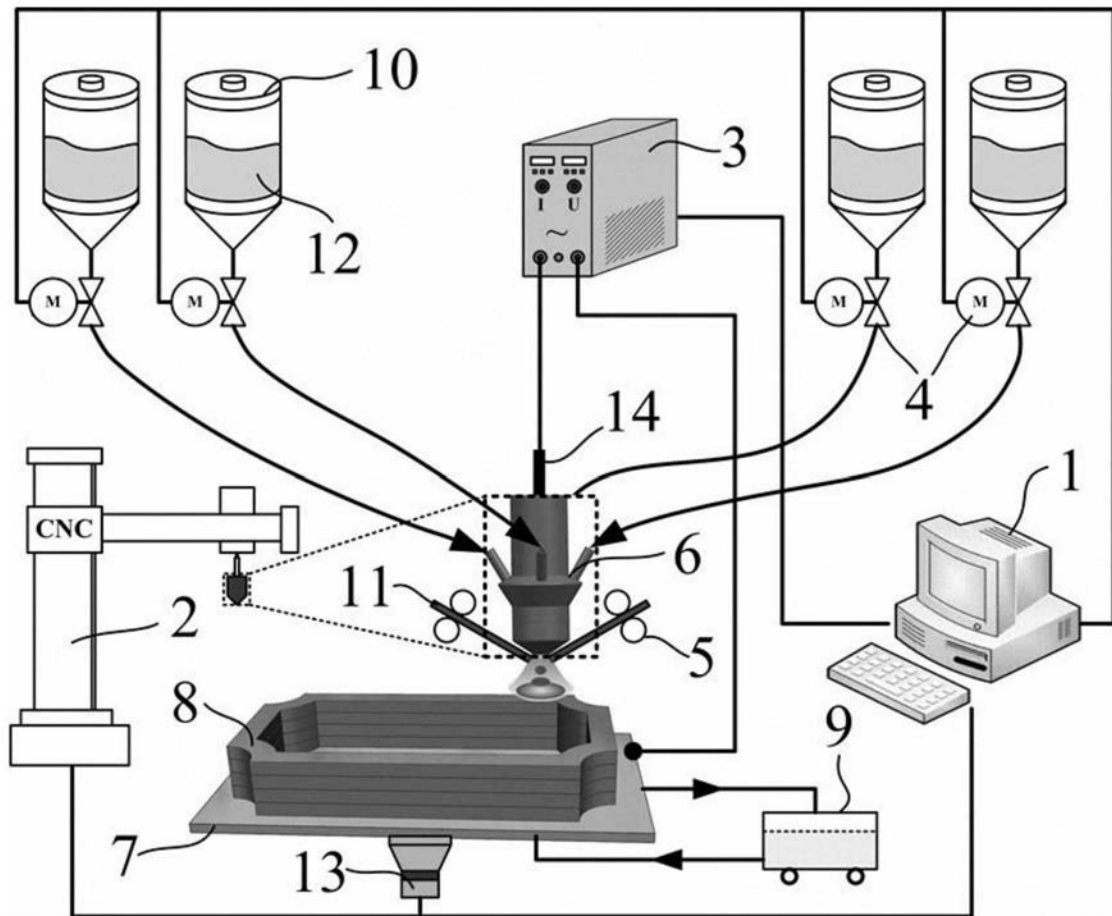


图1

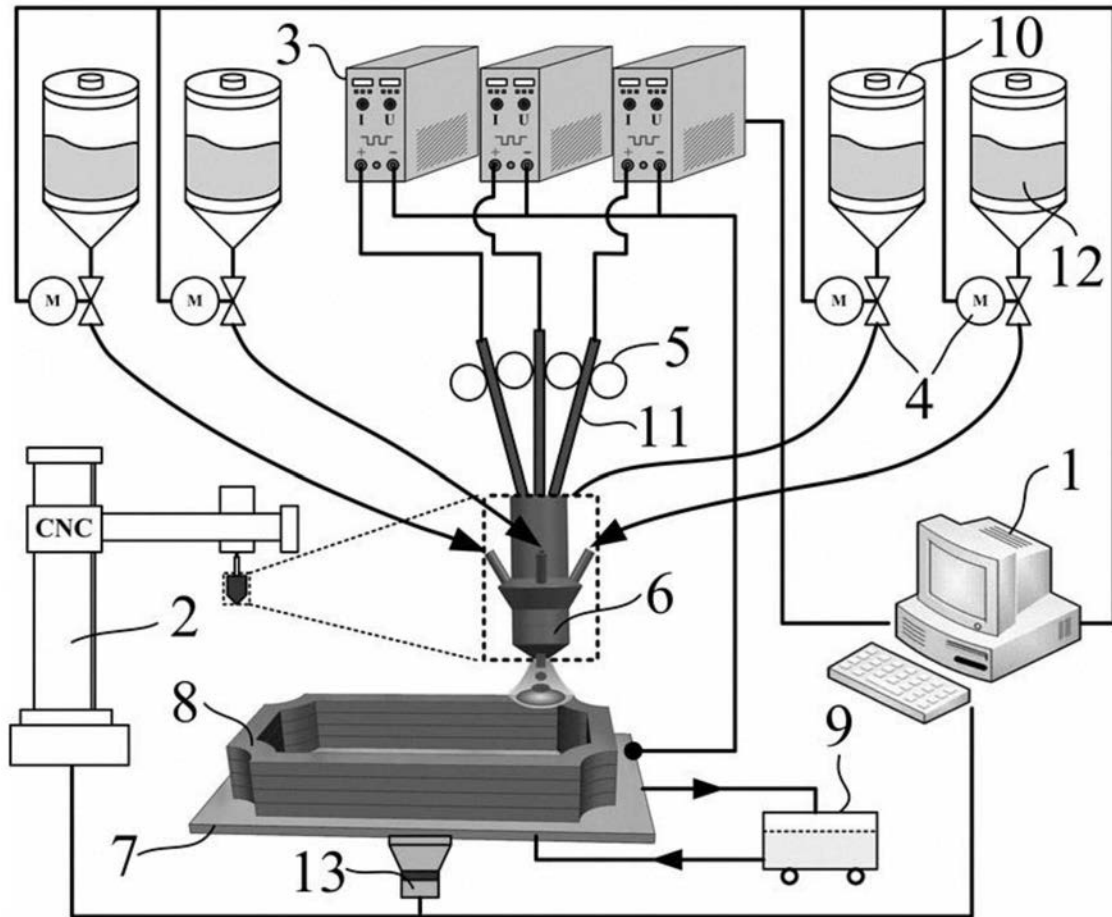


图2

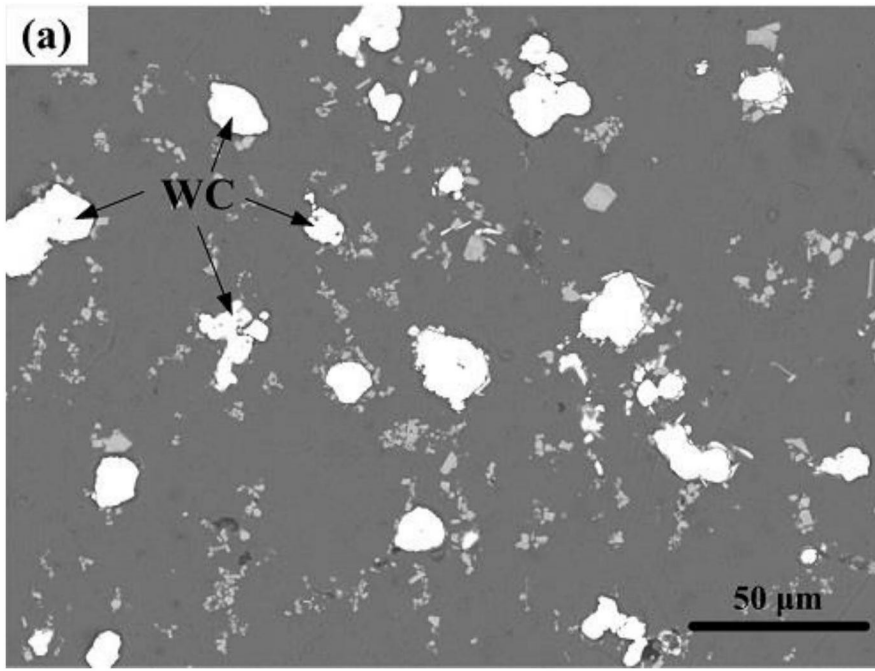


图3a

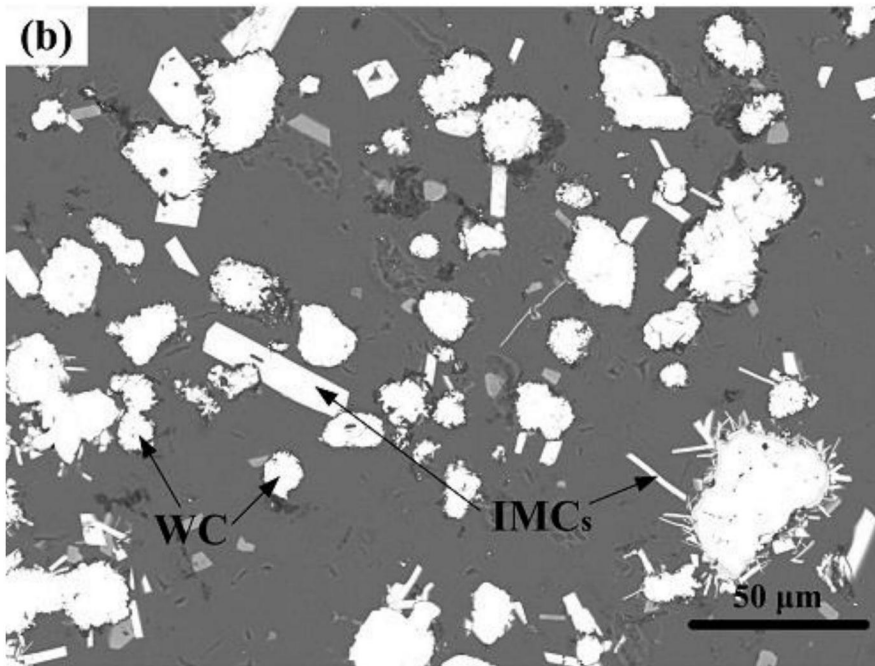


图3b