



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110802229 A

(43)申请公布日 2020.02.18

(21)申请号 201911039062.2

(22)申请日 2019.10.29

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 薛飞 冯言 李勉 张智 彭年才  
卢秉恒

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 房鑫

(51)Int.Cl.

B22F 3/105(2006.01)

B33Y 30/00(2015.01)

B33Y 10/00(2015.01)

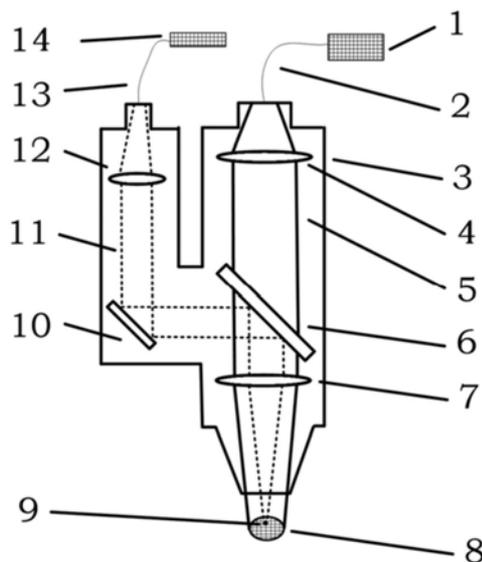
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置与方法

(57)摘要

一种金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置与方法,装置包括主激光器和辅助激光器,主激光光路和辅助激光光路通过合光镜将激光传递至同一个汇聚镜,由汇聚镜生成主激光光斑和辅助激光光斑组成的复合激光光斑;辅助激光光斑小于主激光光斑且能够在主激光光斑当中进行运动。本发明通过主激光光斑形成熔池,辅助激光光斑形成匙孔,使匙孔以特定形式运动,起到搅拌熔池的作用,从而细化组织晶粒。本发明匙孔的深度和形状可以通过对辅助激光参数的调节来调整。本发明对激光金属沉积过程中所使用的基体和粉末没有限制,适用于任意形式的成形运动,细化组织晶粒时不需要熔覆一层后重复一遍轨迹,效率高。



1. 一种金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置,其特征在于:包括主激光光路(5)和辅助激光光路(11),主激光光路(5)和辅助激光光路(11)通过合光镜(6)将激光传递至同一个汇聚镜(7),由汇聚镜(7)生成主激光光斑(8)和辅助激光光斑(9)组成的复合激光光斑;所述的辅助激光光斑(9)小于主激光光斑(8),且辅助激光光斑(9)能够在主激光光斑(8)当中进行运动;通过所述的主激光光斑(8)形成熔池(18),所述的辅助激光光斑(9)形成匙孔(17),使匙孔(17)以特定形式运动,起到搅拌熔池(18)的作用,从而细化组织晶粒;所述匙孔(17)的深度和形状通过对辅助激光参数的调节来调整。

2. 根据权利要求1所述的金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置,其特征在于:主激光器(1)发射的激光经过主激光准直镜(4)形成所述的主激光光路(5),辅助激光器(14)发射的激光经过辅助激光准直镜(12)形成所述的辅助激光光路(11);所述的合光镜(6)与汇聚镜(7)布置在主激光光路(5)上,辅助激光光路(11)上设置可摆动镜片(10),通过可摆动镜片(10)调节反射至合光镜(6)上激光的角度来调节辅助激光光斑(9)的位置。

3. 根据权利要求2所述的金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置,其特征在于:所述的辅助激光器(14)和主激光器(1)采用同一个激光器,辅助激光光路(11)由主激光光路(5)分立出来,或者辅助激光器(14)采用单独的激光器,辅助激光光路(11)独立生成。

4. 根据权利要求2所述的金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置,其特征在于:所述的可摆动镜片(10)采用摆镜或振镜,由压电陶瓷器件或电机进行驱动。

5. 根据权利要求1所述的金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置,其特征在于:辅助激光光斑(9)在主激光光斑(8)当中的运动形式包括圆周运动、螺旋运动或直线往复运动。

6. 根据权利要求1所述的金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置,其特征在于:辅助激光光路(11)中的激光来源包括各个波段的脉冲激光、准连续激光或者是连续激光。

7. 一种使用权利要求1所述金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置来细化组织晶粒的方法,其特征在于,包括以下步骤:

主激光光路(5)和辅助激光光路(11)通过合光镜(6)将激光传递至汇聚镜(7),主激光光路(5)在基板(16)上形成主激光光斑(8),同时主激光光斑(8)处形成熔池(18),辅助激光光路(11)在基板(16)上形成辅助激光光斑(9),同时在熔池(18)内形成匙孔(17);激光金属沉积成形过程中,辅助激光光斑(9)在熔池(18)内进行特定规律的运动,使匙孔(17)在熔池(18)内运动,对熔池(18)形成搅拌作用,实现组织晶粒细化。

8. 根据权利要求7所述的细化组织晶粒的方法,其特征在于:辅助激光光路(11)上设置可摆动镜片(10),由压电陶瓷器件或电机调节可摆动镜片(10)的角度,通过可摆动镜片(10)调节反射至合光镜(6)上激光的角度,使辅助激光光斑(9)进行特定规律的运动。

## 一种金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置与方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于增材制造领域,涉及一种金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置与方法。

### 背景技术

[0002] 在金属增材制造领域,Laser Melting Deposition (LMD) 技术得到了越来越多的重视。LMD技术的原理是在一个激光加工头中,通过送粉器将金属粉末送至工作面,同时激光通过准直镜和聚焦透镜汇聚到工作面,形成熔池,金属粉末在熔池中迅速融化,激光扫描过后,熔池中融化的金属粉末会迅速冷却至凝固,最终形成一定厚度的金属层。

[0003] 目前,LMD工艺成形的工件在靠近基板位置的区域多为柱状晶,远离基板位置的区域由于热累积,组织比较粗大。为了提高LMD成形的工件组织性能,细化组织晶粒意义重大。

[0004] 中国专利申请第CN201611042347.8号采用超声振动的方法实现组织晶粒的细化,但由于超声的作用点跟随在熔池之后,无法与熔池重合,因此仅仅适用于单向直线运动,不适用于复杂运动;中国专利申请第CN201310214376.8号也是采用超声的方法对熔覆完成后的熔覆层进行冲击,细化晶粒,但超声强化装置与激光加工头安装在不同的运动系统上,无法同时作用,熔覆一层后,需要再由超声强化装置重复一次激光加工头的轨迹,效率低。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对上述现有技术中组织晶粒的细化不能适用于复杂成形运动并且加工效率低的问题,提供一种金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置与方法,适用于任意形式的成形运动,细化组织晶粒时不需要熔覆一层后重复一遍轨迹,效率高。

[0006] 为了实现上述目的,本发明有如下的技术方案:

[0007] 一种金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置,包括主激光光路和辅助激光光路,主激光光路和辅助激光光路通过合光镜将激光传递至同一个汇聚镜,由汇聚镜生成主激光光斑和辅助激光光斑组成的复合激光光斑;辅助激光光斑小于主激光光斑且能够在主激光光斑当中运动;通过主激光光斑形成熔池,辅助激光光斑形成匙孔,匙孔以特定形式运动,起到搅拌熔池的作用,从而细化组织晶粒;匙孔的深度和形状通过对辅助激光参数的调整来调整。

[0008] 作为优选,在本发明的一种具体实施方式当中,主激光器发射的激光经过主激光准直镜形成所述的主激光光路,辅助激光器发射的激光经过辅助激光准直镜形成所述的辅助激光光路;所述的合光镜与汇聚镜布置在主激光光路上,辅助激光光路上设置可摆动镜片,通过可摆动镜片调节反射至合光镜上激光的角度来调节辅助激光光斑的位置。

[0009] 作为优选,所述的辅助激光器和主激光器采用同一个激光器,辅助激光光路由主激光光路分立出来,或者辅助激光器采用单独的激光器,辅助激光光路独立生成。

[0010] 作为优选,所述的可摆动镜片采用摆镜或振镜,由压电陶瓷器件或电机进行驱动。

[0011] 作为优选,辅助激光光斑在主激光光斑当中的运动形式包括圆周运动、螺旋运动

或直线往复运动。

[0012] 辅助激光光路中的激光来源包括各个波段的脉冲激光、准连续激光或者是连续激光。

[0013] 本发明还提供了一种金属增材制造过程中细化组织晶粒的方法,包括以下步骤:

[0014] 主激光光路和辅助激光光路通过合光镜将激光传递至汇聚镜,主激光光路在基板上形成主激光光斑,同时主激光光斑处形成熔池,辅助激光光路在基板上形成辅助激光光斑,同时在熔池内形成匙孔;激光金属沉积成形过程中,辅助激光光斑在熔池内进行特定规律的运动,使匙孔在熔池内运动,对熔池形成搅拌作用,实现组织晶粒细化。

[0015] 作为优选,辅助激光光路上设置可摆动镜片,由压电陶瓷器件或电机调节可摆动镜片的角度,通过可摆动镜片调节反射至合光镜上激光的角度,使辅助激光光斑进行特定规律运动。

[0016] 相较于现有技术,本发明细化组织晶粒的装置具有如下的有益效果:

[0017] 通过辅助激光光路形成匙孔,通过匙孔的运动搅拌熔池,从而细化组织晶粒,提高组织性能。本发明辅助激光光路与主激光光路共用同一个汇聚镜,从而能够保证主激光光斑和辅助激光光斑同时作用,适用于任意形式的成形运动,不需要在成形后重复上一层的运动轨迹,效率高。本发明对激光金属沉积过程中所使用的基体和粉末没有限制,适用范围广,该装置的结构简单,集成度高,操控灵活,具有很强的工程应用价值。

[0018] 相较于现有技术,本发明细化组织晶粒的方法通过主激光形成熔池,辅助激光用来形成匙孔。通过匙孔特定形式的运动,实现对熔池的搅动,从而细化组织晶粒。该方法能够细化LMD工艺成形的工件组织晶粒,提高其组织性能,适用于任意形式的成形运动,效率高。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1本发明装置的整体结构示意图;

[0021] 图2本发明由汇聚镜形成的复合激光光斑示意图;

[0022] 图3熔池截面示意图;

[0023] 附图中:1-主激光器;2-主激光光纤;3-激光加工头;4-主激光准直镜;5-主激光光路;6-合光镜;7-汇聚镜;8-主激光光斑;9-辅助激光光斑;10-可摆动镜片;11-辅助激光光路;12-辅助激光准直镜;13-辅助激光光纤;14-辅助激光器;15-辅助激光光斑运动轨迹;16-基板;17-匙孔;18-熔池。

## 具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0025] 基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,也都属于本发明保护的范围。

[0026] 参见图1,本发明提供的金属增材制造过程中细化组织晶粒的装置,包括主激光器1和辅助激光器14,主激光器1发射的激光经过主激光准直镜4形成主激光光路5,辅助激光器14发射的激光经过辅助激光准直镜12形成辅助激光光路11。主激光光路5上布置合光镜6与汇聚镜7,辅助激光光路11上设置可摆动镜片10,主激光光路5和辅助激光光路11通过合光镜6将激光传递至同一个汇聚镜7,由汇聚镜7生成主激光光斑8和辅助激光光斑9组成的复合激光光斑,如图2所示,辅助激光光斑9小于主激光光斑8且能够在主激光光斑8当中运动,辅助激光光斑9的大小可以调节。通过主激光光斑8形成熔池18,辅助激光光斑9形成匙孔17,匙孔17以特定形式运动,起到搅拌熔池18的作用,从而细化组织晶粒匙孔17的深度和形状可以通过对辅助激光参数的调整来调整,如图3所示。

[0027] 本发明辅助激光器14和主激光器1可以采用同一个激光器,辅助激光光路11由主激光光路5分立出来,或者辅助激光器14采用单独的激光器,辅助激光光路11独立生成。

[0028] 可摆动镜片10可以采用摆镜或振镜,由压电陶瓷器件或电机等进行驱动。

[0029] 辅助激光光斑9在主激光光斑8当中的运动形式包括圆周运动、螺旋运动或直线往复运动,辅助激光光斑9也可以采用其他的运动形式,辅助激光光斑9能够起到搅拌作用均可。

[0030] 本发明细化组织晶粒的方法,包括以下步骤:

[0031] 主激光光路5和辅助激光光路11通过合光镜6将激光传递至汇聚镜7,主激光光路5在基板16上形成主激光光斑8,同时主激光光斑8处形成熔池18,辅助激光光路11在基板16上形成辅助激光光斑9,同时在熔池18内形成匙孔17;辅助激光光路11上设置可摆动镜片10,由压电陶瓷器件或电机调节可摆动镜片10的角度,通过可摆动镜片10调节反射至合光镜6上激光的角度,使辅助激光光斑9进行特定规律的运动。

[0032] 激光金属沉积成形过程中,辅助激光光斑9在熔池18内进行特定规律的运动,使匙孔17在熔池18内运动,对熔池18形成搅拌作用,实现组织晶粒细化。

[0033] 本发明中辅助激光光路11与主激光光路5共用汇聚镜7,可以保证主激光光斑8和辅助激光光斑9同时作用,适用于任意形式的成形运动,不需要在成形后重复上一层的运动轨迹,效率高。本发明对激光金属沉积过程中所使用的基体和粉末没有限制,适用广泛。

[0034] 本发明的装置结构简单,集成度高,操控灵活,具有很强的工程应用价值。

[0035] 以上所述,仅为本发明较佳的实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

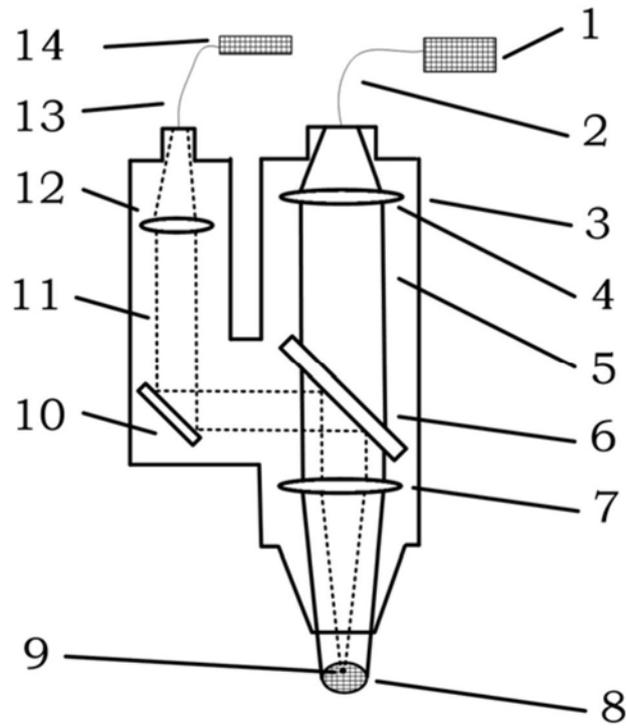


图1

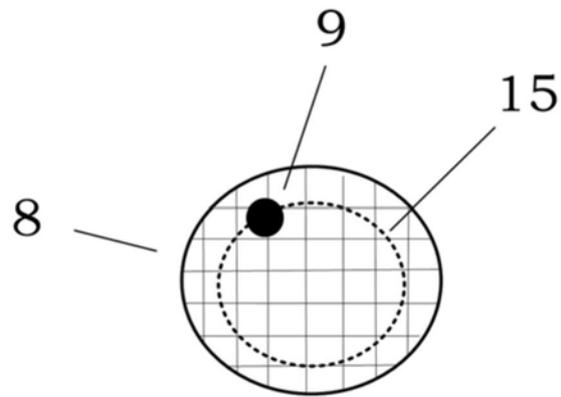


图2

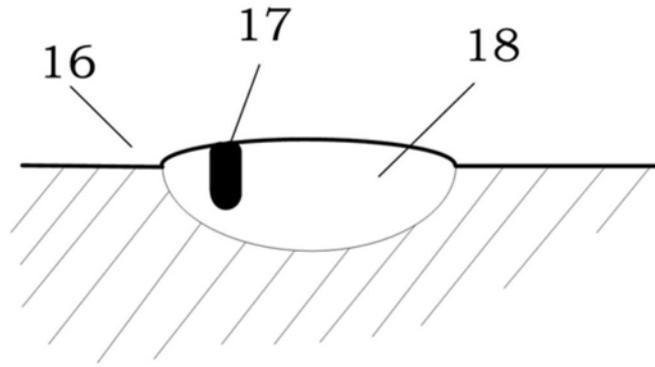


图3