



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104785926 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201510173662. 3

(22) 申请日 2015. 04. 14

(71) 申请人 西南交通大学

地址 610031 四川省成都市二环路北一段
111 号西南交通大学科技处

(72) 发明人 朱宗涛 陈辉 李远星 苟国庆

(74) 专利代理机构 成都信博专利代理有限责任
公司 51200

代理人 张澎 毛建平

(51) Int. Cl.

B23K 26/348(2014. 01)

B23K 26/70(2014. 01)

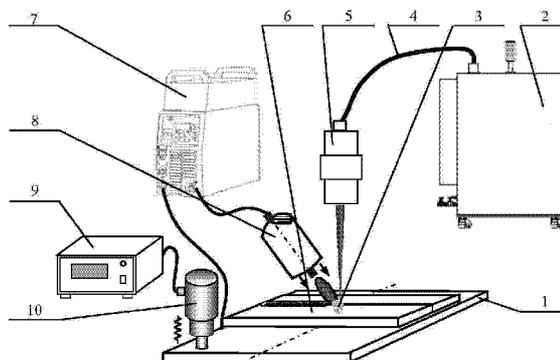
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种超声场耦合激光 -MIG 共熔池铝合金焊接技术

(57) 摘要

本发明公开了一种超声场耦合激光 -MIG 共熔池铝合金焊接技术,通过在激光 -MIG 复合焊接熔池中耦合超声振动的方式。超声的耦合作用方式有三种:第一种是在工件或焊接垫板上施加超声振动,超声通过工件或垫板的机械振动传递到焊接熔池;第二种是通过电弧耦合超声,在 MIG 焊电源上叠加一超声频的脉冲电源,每个脉冲开通和关断的瞬间激发电弧超声,最后将超声作用于焊接熔池,也可采用超声 -MIG 复合焊枪向焊接电弧耦合超声后传递给焊接熔池;第三种是采用另外一路脉冲激光辐照到熔池,调制耦合超声。采用本发明的方法,可减少或消除铝合金激光 -MIG 复合焊接接头气孔,改善焊接接头的组织性能。



1. 一种超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术,通过在铝合金激光-MIG 复合焊接熔池中超声耦合方式的作用,加速熔池中气体聚集和溢出,减少甚至消除焊缝中气孔,并具有改善焊缝组织的作用。

2. 根据权利要求 1 所述的一种超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术,其特征在于,所述超声耦合方式采用机械振动耦合——将超声频的机械振动通过超声作用头施加在焊接垫板或工件上最终传递给熔池。

3. 根据权利要求 1 所述的一种超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术,其特征在于,所述超声耦合方式采用超声电弧耦合——在传统的 MIG 电源上叠加超声频的脉冲电源,通过超声频脉冲电源供电时脉冲的开通关断瞬间,激发产生超声与电弧直接耦合,最终作用于焊接熔池。

4. 根据权利要求 1 所述的一种超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术,其特征在于,所述超声耦合方式采用超声-MIG 复合焊枪耦合,即采用在 MIG 焊枪上附设超声辐射功能的一体化焊枪,在激光-MIG 复合焊的同时,超声能通过超声-MIG 复合焊枪的端部辐射到熔池表面,实现超声与激光-MIG 复合熔池的耦合。

5. 根据权利要求 1 所述的一种超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术,其特征在于,所述超声耦合方式采用脉冲激光调制超声耦合——在激光-MIG 复合焊接时,利用一台脉冲激光器将激光输出调制成超声频率输出,辐照在激光-MIG 复合焊接熔池表面,让熔池随脉冲激光功率作用做超声频振动。

6. 根据权利要求 2 所述的一种超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术,其特征在于,所述超声作用头可以是单点固定式或随动式,也可以是多点阵列式。

一种超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术

技术领域

[0001] 本发明是激光加工领域,涉及到一种超声辅助下的铝合金激光-MIG 复合焊接技术。

背景技术

[0002] 铝合金材料具有密度小、比强度高、耐蚀性和成型性好等优点,在航空、航天、轨道交通、船舶及核工业等领域都有广泛的应用前景,尤其是“十一五”期间我国高速铁路的迅猛发展,铝合金在氢量化高速列车中的用量也急剧增大。铝合金的连接是铝合金构件在实际应用中十分重要的工艺环节,由于铝合金独特的物理化学特性,如热导率大、热膨胀系数大、表面易形成氧化膜、固液态氢溶解度差异大、焊接过程中易形成低熔点共晶等,导致焊接接头变形和残余应力大,易出现气孔、裂纹等缺陷,给铝合金焊接造成很大困难。如何解决铝合金焊接过程中的问题,获得高质量的焊接接头,对提高铝合金焊接构件的安全可靠性具有重要的意义。

[0003] 激光-MIG 复合焊接技术是一种高效的铝合金焊接方法,与单一 MIG 电弧热源焊接相比,它具有激光焊深熔深、热影响区窄、变形和残余应力小、效率高等优点,并且接头性能优于 MIG 焊接接头;而与单一激光热源焊接相比,由于 MIG 电弧的引入,不仅有助于提高高反材料对激光的吸收率,还可以提高对接头的桥接能力,大大降低对焊接工装、定位的要求,此外还有助于减缓熔池凝固时间,便于气体的溢出,减少气孔、裂纹等焊接缺陷。但是,气孔缺陷(或缺欠)仍然是铝合金激光-MIG 复合焊接过程难以解决的问题,尤其是高效深熔焊接过程中,激光功率大、熔深深,而熔池金属凝固较快,气体来不及溢出,最后很容易在焊缝中形成气孔,降低铝合金焊接接头的强度,特别是动载条件下的疲劳强度。如何消除气孔缺陷成为铝合金激光-MIG 复合焊接技术所要解决的技术难点,也已成为国内外研究者关注的热点问题。

[0004] 铝合金激光-MIG 复合焊接接头气孔类型可分为两大类:一类是冶金类气孔,该类气孔的形成跟氢在熔池中的析出、聚集与合并有关;另一类是工艺类气孔,其原因是焊接过程中激光“匙孔”的瞬间失稳造成的。对于冶金类气孔,通常可通过对焊接材料前处理(如焊前清理、焊丝烘干)和焊接环境的控制(如环境湿度的控制、保护气氛)来减小其出现的几率;而对于工艺类气孔,一般是通过调节激光-MIG 复合焊接工艺参数(激光功率、电弧电流、焊接速度等)来提高“匙孔”的稳定性。但尽管采取上述抑制措施,不可避免的还会出现一些气孔。既然气孔的产生源头无法避免,那么能否通过后程控制,即让熔池中出现的的气体在熔池金属完全凝固之前顺利地溢出,从而达到消除气孔的目的呢?这里涉及到一个关键问题:熔池内气体的溢出速率和熔池金属凝固速率的竞争平衡关系。从熔池凝固的角度,减小激光-MIG 复合焊接过程中激光能量所占比重、降低焊接速度和增大 MIG 电弧能量有利于减缓熔池的凝固速率,有助于消除气孔,但显然是以牺牲激光-MIG 复合焊接方法高质量、高效率的优势(如熔深深、热影响区小、变形和残余应力小和焊接速率高)为代价;从另外一个角度——减小熔池中气体的溢出时间来消除气孔,也是解决问题的一个重要方

向,但查阅国内外相关文献并为发现相关报道。因此,本发明提出一种通过在激光-MIG 复合焊接熔池中耦合超声振动的方式,加速熔池中气体的聚集和上浮过程,达到消除或减少气孔的目的。

发明内容

[0005] 鉴于现有技术的以上不足,本发明的目的在于提出一种通过在激光-MIG 复合焊接熔池中耦合超声振动的方式,减少或消除铝合金激光-MIG 复合焊接接头气孔,改善焊接接头的组织性能。

[0006] 本发明的目的是通过如下的技术手段实现的。

[0007] 一种超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术,通过在铝合金激光-MIG 复合焊接熔池中耦合超声作用,加速熔池中气体聚集和溢出,减少甚至消除焊缝中气孔,并具有改善焊缝组织的作用。

[0008] 所述超声耦合方式采用机械振动耦合——将超声频的机械振动通过超声作用头施加在焊接垫板或工件上最终传递给熔池。其超声作用头可以是单点固定式或随动式,也可以是多点阵列式。

[0009] 所述超声耦合方式也可采用超声电弧耦合——在传统的MIG 电源上叠加超声频的脉冲电源,通过超声频脉冲电源供电时脉冲的开通关断瞬间,激发产生超声与电弧直接耦合,最终作用于焊接熔池。

[0010] 所述超声耦合方式还可采用超声-MIG 复合焊枪耦合,即采用在MIG 焊枪上附设超声辐射功能的一体化焊枪,在激光-MIG 复合焊的同时,超声能通过超声-MIG 复合焊枪的端部辐射到熔池表面,实现超声与激光-MIG 复合熔池的耦合。

[0011] 采用本发明的方法,可有效地弥补现有技术的不足,减少或消除铝合金激光-MIG 复合焊接接头气孔,改善焊接接头的组织性能。

[0012] 附图说明如下

[0013] 图 1 是本发明机械振动超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术原理图。

[0014] 图 2 是本发明超声电弧耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术原理图。

[0015] 图 3 是本发明超声复合焊枪耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术原理图。

[0016] 图 4 是本发明脉冲激光调制超声耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术原理图。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图对应的实施例对本发明的细节作进一步的详述。

[0018] 实施例一：

[0019] 结合图 1:图中 1. 垫板,2. 激光发生器,3. 焊接熔池,4. 操作光纤,5. 激光焊接头,6. 铝合金对接试板,7. 焊接电源,8. MIG 焊枪,9. 超声波发生器,10. 超声振动头。

[0020] 以机械振动超声场耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术为例,在垫板 1 上放置一块待焊接铝合金对接试板 6,材料为 A7N01 板材,焊接电源 7 的正极通过 MIG 焊枪 8 中的焊丝相连,焊接电源 7 的负极与垫板 1 相连。起弧后,电弧加热铝合金对接试板 6,形成焊接熔池 3,同时,激光发生器 2 发出的激光通过操作光纤 4 传输到激光焊接头 5 后,照射在焊接熔池 3 中,形成激光-MIG 复合焊接熔池。为了将超声作用耦合到焊接熔池 3 中,超声波发生

器 9 与超声振动头 10 相连接,超声振动头 10 中的换能器将电能转化为变幅杆的机械振动能,超声振动头 10 与垫板 1 接触,将超声频的振动通过垫板 1 和铝合金对接试板 6 耦合作用在焊接熔池 3 中。超声振动头 10 也可直接作用在铝合金对接试板 6 上传递到焊接熔池 3 中。图中原理图只画出超声振动头 10 的单点固定位置作用方式,考虑到振动随传输距离的衰减,也可将超声振动头 10 设计成随 MIG 焊枪 8 移动的方式,或多个超声振动头轨道位置的作用方式。

[0021] 实施例二:

[0022] 结合图 2,图中 1. 垫板,2. 激光发生器,3. 焊接熔池,4. 操作光纤,5. 激光焊接头,6. 铝合金对接试板,7. 焊接电源,8. MIG 焊枪,9. 超声频脉冲电源。

[0023] 以超声电弧耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术为例,垫板 1 上放置铝合金对接试板 6,焊接电源 7 的正极与 MIG 焊枪 8 的焊丝相连,焊接电源 7 的负极与超声频脉冲电源 9 相连,超声频脉冲电源 9 的负极与垫板 1 相连,焊接时,由于在传统的 MIG 焊焊接电源 7 上叠加一超声频脉冲电源 9,在超声频脉冲电源 9 给电弧供电脉冲的开通和关断的瞬间能激发产生超声,并与电弧耦合在一起,再由超声电弧将超声作用于焊接熔池 3 中,同时,激光发生器 2 发出的激光经过操作光纤 4 和激光焊接头 5 照射在焊接熔池 3 上,形成复合熔池,实现了超声电弧耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接工艺,该耦合方式的特点是超声和电弧耦合在一起,不存在作用距离和空间位置的问题,不足之处是电弧超声的作用强度有限。

[0024] 实施例三:

[0025] 结合图 3,图中 1. 垫板,2. 激光发生器,3. 焊接熔池,4. 操作光纤,5. 激光焊接头,6. 铝合金对接试板,7. 焊接电源,8. 超声-MIG 复合焊枪,9. 超声发射器。

[0026] 以超声复合焊枪耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术为例,垫板 1 上放置待焊接的铝合金对接试板 6,焊接电源 7 的正极与超声-MIG 复合焊枪 8 中的焊丝相连接,焊接电源 7 的负极与垫板 1 相连接。超声发射器 9 与超声-MIG 复合焊枪 8 中的超声换能器相连接,经过换能器的压电转化,将电能转化为超声振动,并通过超声-MIG 复合焊枪 8 的变幅杆传递到端部空间,对电弧和焊接熔池 3 进行声场的辐射作用,同时,激光发生器 2 发出的激光经过操作光纤 4 和激光焊枪头 5 作用到焊接熔池 3,形成复合焊接熔池。该超声耦合方式的实现关键在于超声-MIG 复合焊枪 8 的设计,需要同时满足 MIG 焊枪和超声加工头的功能。由于是一体焊枪,该耦合方式同样具有不受超声作用点和空间位置的限制的优势,无需设计随动装置。

[0027] 实施例四:

[0028] 结合图 4,图中 1. 垫板,2. 连续激光发生器,3. 焊接熔池,4. 操作光纤 I,5. 激光焊接头,6. 铝合金对接试板,7. 焊接电源,8. MIG 焊枪,9. 脉冲激光操作头,10. 操作光纤 II,11. 脉冲激光发射器。

[0029] 以脉冲激光调制超声耦合激光-MIG 共熔池铝合金焊接技术为例,垫板 1 上放置一铝合金对接试板 6,焊接电源 7 的正极与 MIG 焊枪 8 中的焊丝相连接,焊接电源 7 的负极与垫板 1 相连接,焊接时 MIG 焊枪 8 与铝合金对接试板 6 之间形成焊接电弧,电弧熔化焊丝和被连接金属形成焊接熔池 3,通过连续激光发生器 2 发出的连续激光通过操作光纤 I 4 传输到激光焊接头 5 后照射到焊接熔池 3 上,形成复合焊接熔池,为了在熔池中耦合超声作用,另外有一台脉冲激光发射器 11(可调制脉冲频率 $\geq 20\text{kHz}$),发出超声频的脉冲激光,经过

操作光纤 II 10 后,由脉冲激光操作头 9 照射到焊接熔池 3,在脉冲激光功率的作用下,焊接熔池 3 产生超声频振动,实现脉冲激光调制超声耦合激光 -MIG 共熔池铝合金焊接工艺。该实施方式具有设备搭建简单,工艺参数调整灵活等特点,但设备成本相对较高。

[0030] 采用本发明的基本方案,在实际实施时可以与现有技术结合产生多样的具体实施方式,本文本的叙述是针对激光 -MIG 复合焊接提出的,但对于其它行业领域内易想到的激光 -MAG、激光 -TIG、激光 - 等离子等复合焊接过程同样适用,因此对于此类复合焊接过程耦合超声作用都应在本发明申请权利保护范围内。

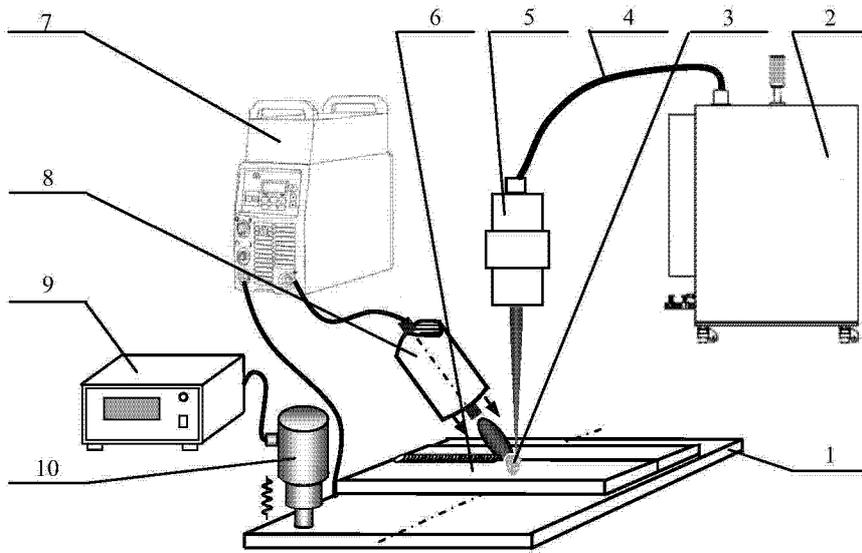


图 1

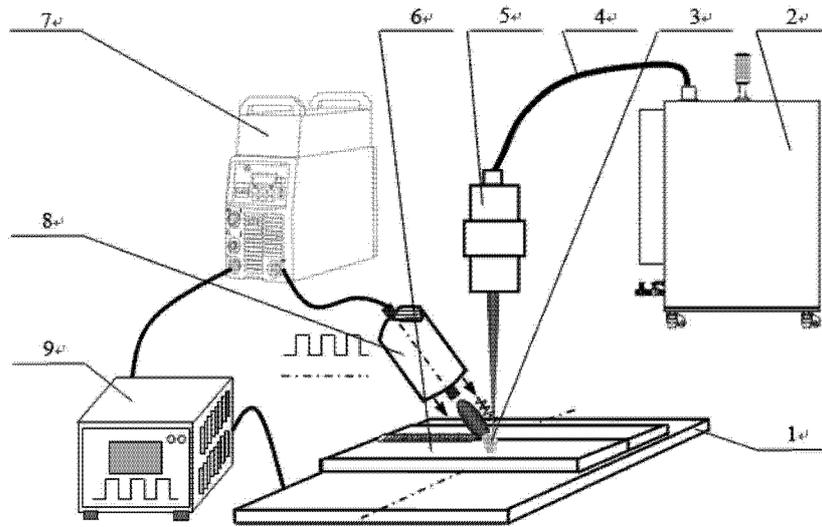


图 2

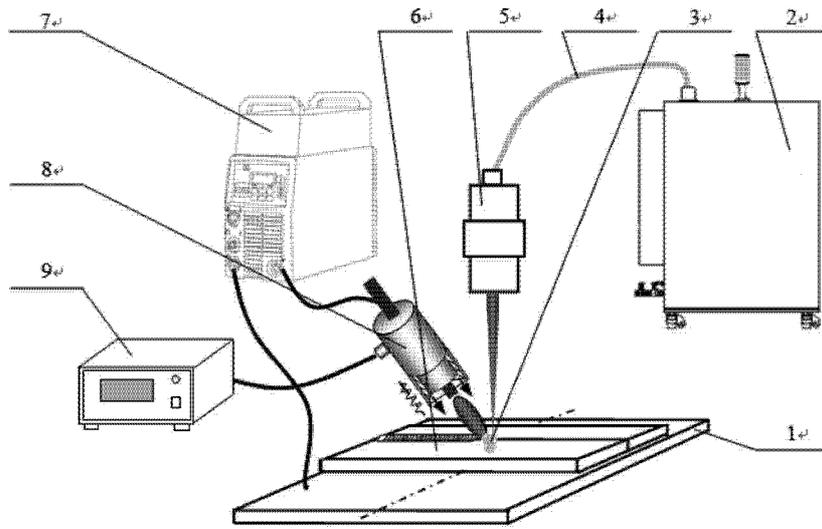


图 3

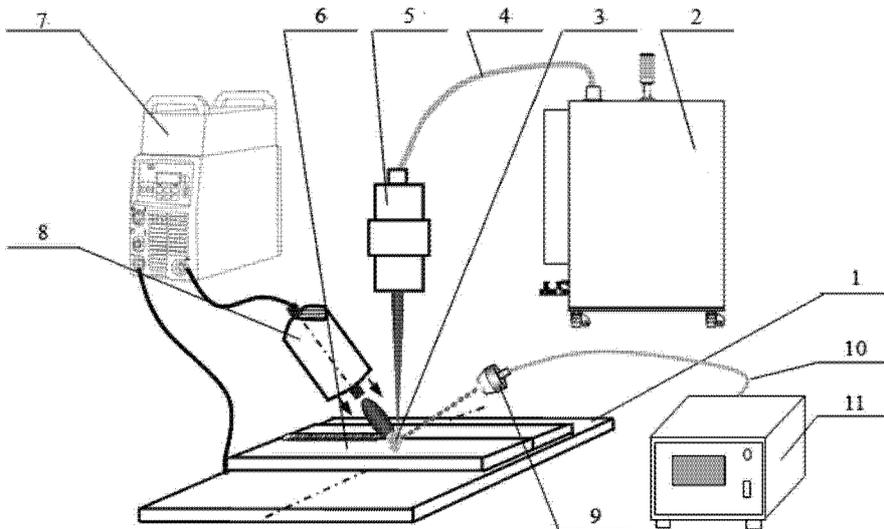


图 4