

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103042306 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 17

(21) 申请号 201110307091. X

(22) 申请日 2011. 10. 12

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15  
号

(72) 发明人 虞钢 褚庆臣 郑彩云 宁伟健  
何秀丽 李少霞

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int. Cl.

B23K 26/20 (2006. 01)

B23K 26/42 (2006. 01)

G01B 15/04 (2006. 01)

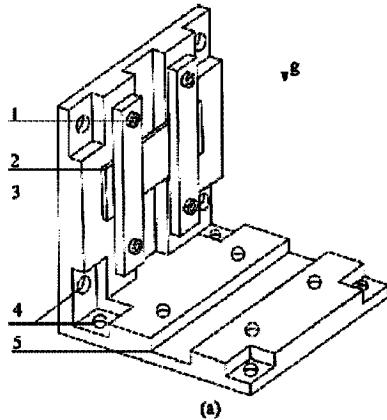
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种重力对激光焊接接头焊缝形态影响的测  
量方法

(57) 摘要

本发明公开了一种重力对激光焊接接头焊缝  
形态影响的测量方法,该方法是:1)把金属板材  
安装到可调压紧装置上,该装置具有水平方向和  
竖直方向的压紧设置;2)以激光为热源,进行激  
光焊接方向垂直或平行于重力方向的焊接,通过  
选择预定的工艺参数,使金属产生传导焊或深熔  
焊式的焊缝特征;3)焊后利用电火花线切割机对  
板材沿垂直焊缝方向进行线切割;4)利用扫描电  
子显微镜观测得到焊缝横截面形貌,通过对不同  
焊接方向试验的焊缝形貌的观察,来定性研究重  
力对焊缝形态的影响;5)利用图像分析软件对焊  
缝横截面形貌图进行测量,通过对比不同焊接方  
向得到焊缝的熔宽、熔深值,来定量分析重力对焊  
缝形态的影响大小。



1. 一种重力对激光焊接接头焊缝形态影响的测量方法是：
  - 1) 把金属板材安装到可调压紧装置上,该装置具有水平方向和竖直方向的压紧设置；
  - 2) 以激光为热源,进行激光焊接方向垂直或平行于重力方向的焊接,通过选择预定的工艺参数,使金属产生传导焊或深熔焊式的焊缝特征；
  - 3) 焊后利用电火花线切割机对板材沿垂直焊缝方向进行线切割；
  - 4) 利用扫描电子显微镜观测得到焊缝横截面形貌,通过对不同焊接方向试验的焊缝形貌的观察,来定性研究重力对焊缝形态的影响；
  - 5) 利用图像分析软件对焊缝横截面形貌图进行测量,通过对比不同焊接方向得到焊缝的熔宽、熔深值,来定量分析重力对焊缝形态的影响大小。

## 一种重力对激光焊接接头焊缝形态影响的测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于焊接技术领域,涉及一种金属激光焊接测量方法,尤其涉及一种重力对接头焊缝形态影响的测量方法。

### 背景技术

[0002] 随着激光焊接技术的迅速发展,激光焊接已经逐渐成为汽车制造、大型结构件、空间结构制造等现代制造领域的一项关键技术。由于激光的焊接条件常处于焊接方向不同于重力方向,甚至微重力或超重环境下,因而重力对激光焊接结构件焊缝形态的影响备受关注。

[0003] 激光焊接中熔池是在反冲压力、表面张力和重力引起的浮力驱动下形成与演化的 (Semak, V. V. , et al. A CONCEPTFOR A HYDRODYNAMIC MODEL OF KEYHOLE FORMATION AND SUPPORT DURING LASER WELDING. 1994. Orlando, FL :Spie-Int Soc Optical Engineering), 重力影响着熔池的形态以及微结构的形成。在已有研究中,有研究超重环境下的,如文献 1, AIDUN, D. , J. DOMEY, and G. AHMADI, Effect of High Gravity on Weld Fusion Zone Shape. 2000, 该文献中公开了一种模拟超重环境下的试验装置,验证重力对 GTA 焊接的焊缝形态和组织的影响。文献 2, Kang, N. Y. , J. Singh, and A. K. Kulkarni. Gravitational effects on the weld pool shape and microstructural evolution during gas tungsten arc and laser beam welding of 304 stainless steel and Al-4wt% Cu alloy. 2003. Davos, SWITZERLAND :New York Acad Sciences, 该文献公开了在 KC-135 飞机中模拟 1.2g 和 1.8g 重力环境下 GTAM 焊接的接头表面形貌和焊缝形态。有研究在逆着重力方向焊接的,如专利 1, Manabe, Yukio. et al. Welding method in the overhead and vertical positions. EP0832710-B1. 该专利公开一种在地面重力环境下焊接方向向上的方法,可解决在大型空间结构中需要向上焊接面临的重力问题。

[0004] 由于在微重力或超重环境下进行试验的成本巨大,试验技术的要求高。为研究重力对焊缝形态的影响,有必要探索在地面环境下进行模拟试验的方法。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种重力对激光焊接接头焊缝形态影响的测量方法,能够在地面重力环境下探讨重力对焊缝形态的影响,也能与超重或微重力环境下的实验结果进行对比。

[0006] 本发明提供的一种重力对激光焊接接头焊缝形态影响的测量方法是:

[0007] 1) 把金属板材安装到可调压紧装置上,该装置具有水平方向和竖直方向的压紧设置;

[0008] 2) 以激光为热源,进行激光焊接方向垂直或平行于重力方向的焊接,通过选择预定的工艺参数,使金属产生传导焊或深熔焊式的焊缝特征;

[0009] 3) 焊后利用电火花线切割机对板材沿垂直焊缝方向进行线切割;

[0010] 4) 利用扫描电子显微镜观测得到焊缝横截面形貌,通过对不同焊接方向试验的焊缝形貌的观察,来定性研究重力对焊缝形态的影响;

[0011] 5) 利用图像分析软件对焊缝横截面形貌图进行测量,通过对比不同焊接方向得到焊缝的熔宽、熔深值,来定量分析重力对焊缝形态的影响大小。

[0012] 本发明能够在地面重力场环境中探讨重力因素对焊缝形态的影响,也能与超重或微重力环境中的试验结果进行对比。该方法可对利用激光进行大型结构件在不同方向下焊接效果提供参考,利于工艺参数的优化。

## 附图说明

[0013] 图 1 为激光焊接中重力驱动熔池流动示意图(熔池横截面);

[0014] 图 2 为不同激光焊接方向下装置示意图;

[0015] 1——可调压紧螺栓;

[0016] 2——金属试样;

[0017] 3——压板;

[0018] 4——基体固定孔;

[0019] 5——可调压紧装置基体。

[0020] 图 2a——垂直于重力方向向下或向上焊接

[0021] 图 2b——垂直于重力方向横向焊接

[0022] 图 2c——平行于重力方向水平焊接

[0023] 图 3 为四个焊接方向示意图;

[0024] ①——平行于重力方向水平焊接,对应装置(图 2c)

[0025] ②——垂直于重力方向向上焊接,对应装置(图 2a)

[0026] ③——垂直于重力方向向下焊接,对应装置(图 2a)

[0027] ④——垂直于重力方向横向焊接,对应装置(图 2b)

[0028] 图 4 板材线切割示意图;

[0029] 1'——焊缝;

[0030] 2'——线切割位置;

[0031] 3'——板材;

[0032] 图 5 焊缝的熔深熔宽示意图;

[0033] 图 6 为实例 1 中 4 种焊接方式对应的焊缝形貌;

[0034] 图 7 为实例 2 中 4 种焊接方式对应的焊缝形貌。

## 具体实施方式

[0035] 在已有研究中可知,在有重力的作用下,在平行于重力方向水平焊接时,熔池会有熔深减小熔宽增加的特点,如图 1 所示。因此,如果改变重力与激光焊接的方向,熔池的形态会有所变化。为此,本发明设计了可以进行不同焊接方向的实验装置,如图 2a ~ c 所示。由于图 2a、2b 的焊接方向垂直于重力方向,从熔池横截面上看,图 2a 和图 2b 不会受到图 2c 中重力的影响。

[0036] 本发明的测量方法具体如下:

[0037] 如图 2a ~ c 所示,把金属试样 2 通过压板 3 安装到可调压紧装置的基体 5 上,基体 5 上开设有基体固定孔 4,压板 3 通过螺栓 1 固定在基体 5 上。如图 2a ~ c 所示,该装置具有水平方向和竖直方向的压紧设置,以激光为热源,进行激光焊接方向垂直或平行于重力方向的焊接试验,通过选择合理的工艺参数,使金属产生传导焊或深熔焊式的焊缝特征,试验中为了减小环境等不稳定因素的影响不使用保护气,金属板件及各方向的试验条件一样。

[0038] 焊后利用电火花线切割机对板材沿垂直焊缝方向进行线切割,如图 4 所示,图中 1' 为焊缝,2' 为线切割位置,3' 为形成焊缝的金属试样。利用扫描电子显微镜观测得到焊缝横截面形貌,通过对不同焊接方向试验的焊缝形貌的观察,来定性研究重力对焊缝形态的影响;另外,利用 Photoshop 对焊缝横截面形貌图进行测量,通过对比不同焊接方向得到焊缝的熔宽、熔深值,如图 5 所示,来定量分析重力对焊缝形态的影响大小。

[0039] 以下通过具体事例说明。

[0040] 具体事例:为了便于说明,图 2 的简化示意图见图 3。

[0041] 实例 1:在激光功率 200W,焊接速度 25m/s,离焦量 0 时,激光焊接熔池形貌为传导焊的熔池特征。各个方向的焊缝形态见图 6。由于图 3 的②③④横截面方向不受重力影响,其熔宽比①小,熔深比①大,和已有研究相符。

[0042] 实例 2:在激光功率 400W,焊接速度 10m/s,离焦量 0 时,激光焊接熔池形貌为深熔焊的熔池特征。各方向的焊缝形态见图 7。从图中可见①的熔宽比其他都大些,熔深小些。

[0043] 由此可以看出重力对焊缝形态的影响,在激光焊接的传导焊和深熔焊中都有相同的作用效果。此测量方法试验简单,测量方便,避免了文献 1、2 复杂的装置设计和苛刻的环境要求,能够在地面重力场环境中探讨重力因素对焊缝形态的影响,也能与超重或微重力环境中的试验结果进行对比。该方法可对利用激光进行大型结构件在不同方向下焊接效果提供参考,利于工艺参数的优化。

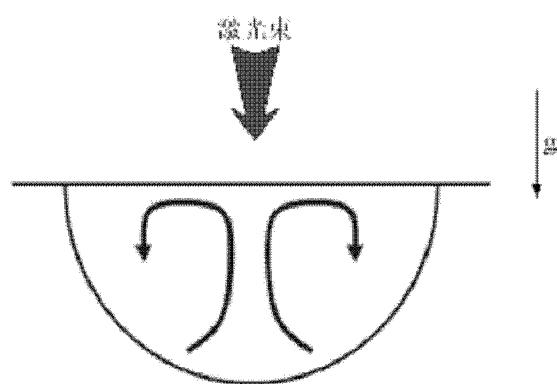
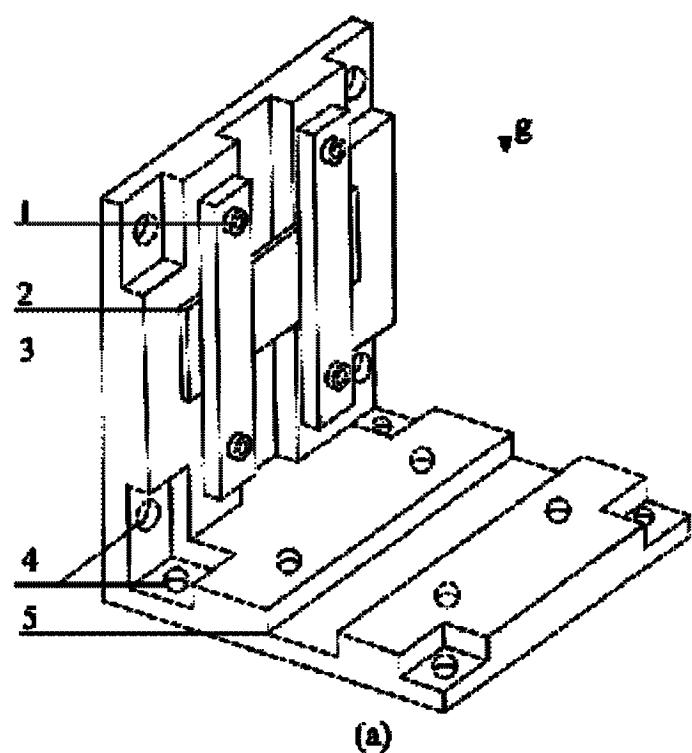
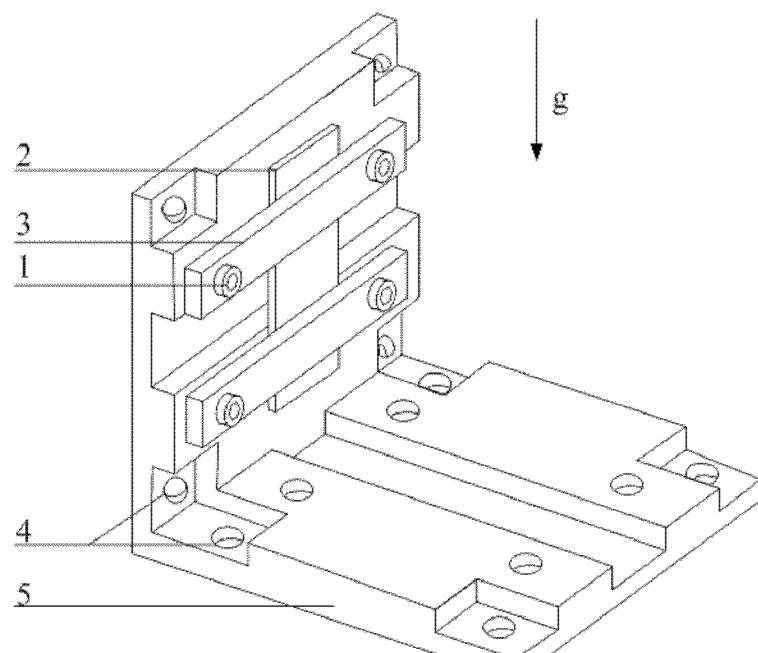
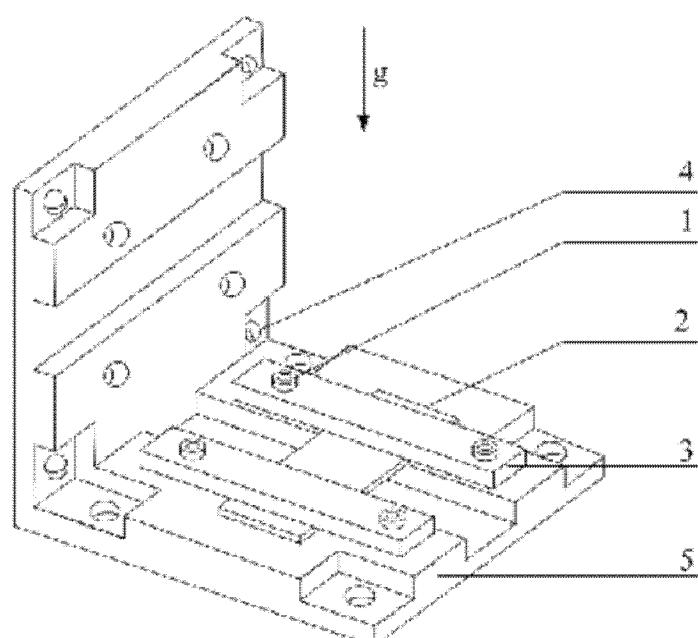


图 1





(b)



(c)

图 2

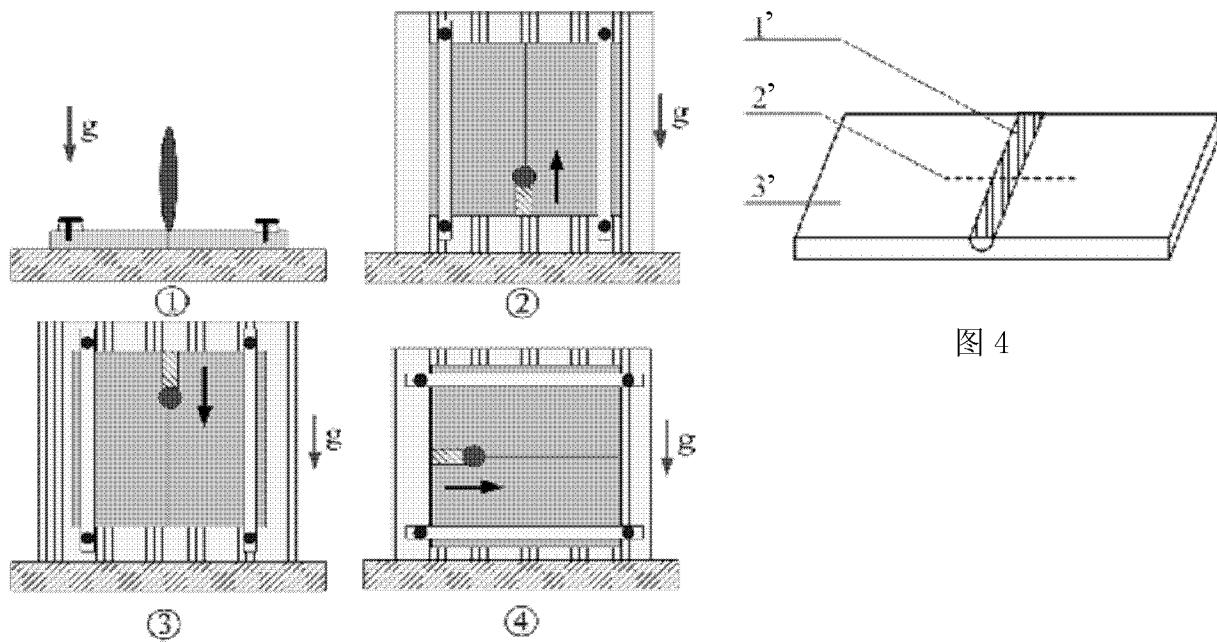


图 4

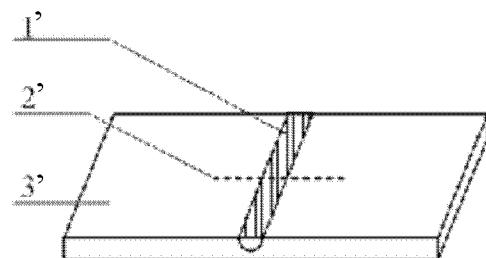


图 3

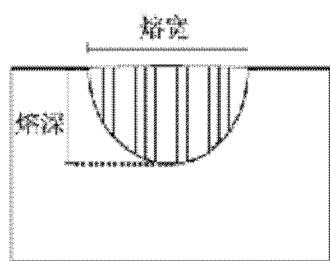


图 5

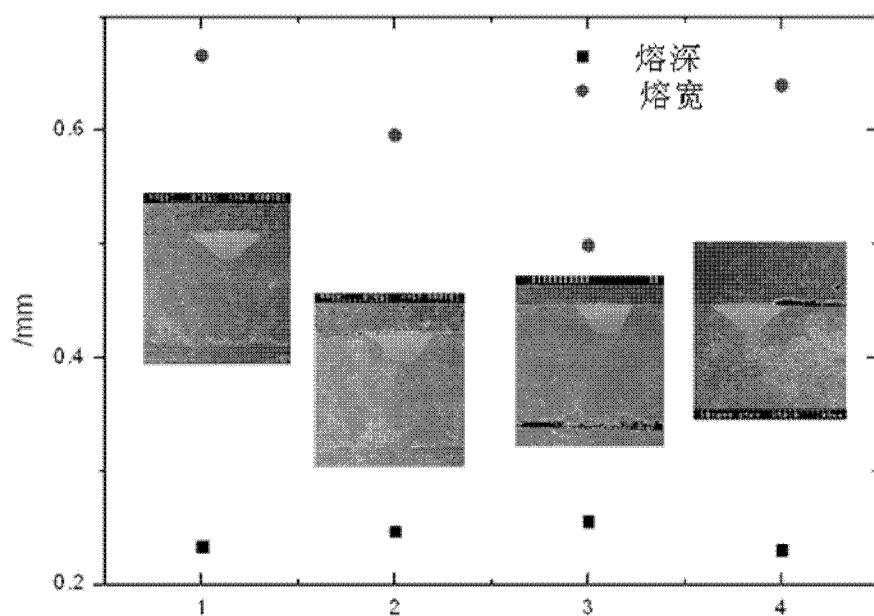


图 6

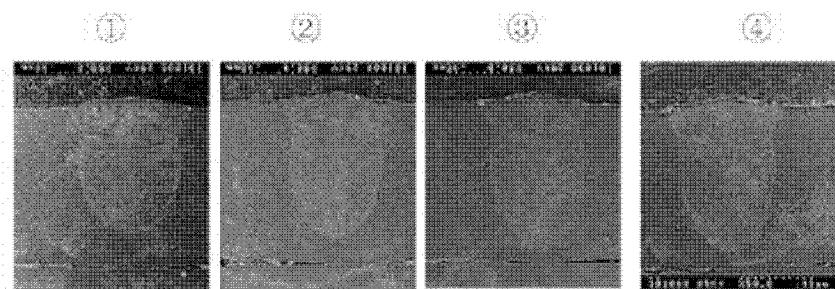


图 7