

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 5 月 24 日 (24.05.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/090803 A1

- (51) 国际专利分类号:
B23K 26/20 (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/107754
- (22) 国际申请日: 2017 年 10 月 26 日 (26.10.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201611015685.2 2016年11月18日 (18.11.2016) CN
- (71) 申请人: 中车青岛四方机车车辆股份有限公司(CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.) [CN/CN]; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。
- (72) 发明人: 韩晓辉(HAN, Xiaohui); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。赵瑞荣(ZHAO, Ruirong); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。刘永刚(LIU, Yonggang); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。马爱华(MA, Aihua); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路 88 号, Shandong 266111 (CN)。
- (74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司(KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: PROCESS FOR IMPROVING WELDING SEAM QUALITY OF LAP LASER WELDING

(54) 发明名称: 提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法

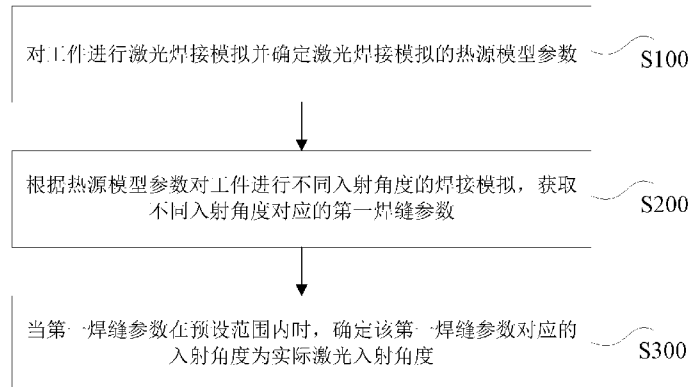


图 1

- S100 SIMULATE LASER WELDING OF A WORKPIECE AND DETERMINE HEAT SOURCE MODEL PARAMETERS OF THE LASER WELDING SIMULATION
- S200 SIMULATE, ACCORDING TO THE HEAT SOURCE MODEL PARAMETERS, WELDING OF THE WORKPIECE WITH DIFFERENT INCIDENT ANGLES, SO AS TO ACQUIRE FIRST WELDING SEAM PARAMETERS CORRESPONDING TO THE DIFFERENT INCIDENT ANGLES
- S300 WHEN THE FIRST WELDING SEAM PARAMETERS FALL WITHIN A PRESET RANGE, DETERMINE THE INCIDENT ANGLES CORRESPONDING TO THE FIRST WELDING SEAM PARAMETERS AS THE ACTUAL LASER INCIDENT ANGLES

(57) Abstract: A process for improving the welding seam quality of lap laser welding, comprising: S100: simulating laser welding of a workpiece and determining heat source model parameters of the laser welding simulation; S200: simulating, according to the heat source model parameters, welding of the workpiece with different incident angles, so as to acquire first welding seam parameters corresponding to the different incident angles; and S300: when the first welding seam parameters fall within a preset range, determining the incident angles corresponding to the first welding seam parameters as the actual laser incident angles. Said method can mitigate the



WO 2018/090803 A1

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

problem of unstable welding seam quality of lap laser welding.

(57) 摘要: 一种提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法, 包括S100, 对工件进行激光焊接模拟并确定激光焊接模拟的热源模型参数; S200, 根据热源模型参数对工件进行不同入射角度的焊接模拟, 获取不同入射角度对应的第一焊缝参数; S300, 当第一焊缝参数在预设范围内时, 确定该第一焊缝参数对应的入射角度为实际激光入射角度。该方法能够改善激光搭接焊的焊缝质量不稳定的问题。

提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法

技术领域

本发明涉及激光搭接焊技术领域，具体而言，涉及一种提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法。

背景技术

目前，与采用普通碳钢和铝合金制造的车体相比，不锈钢车体具有综合成本低、运行寿命长、安全性高等特点，已经成为轨道交通的重要材料并得到普及应用。目前不锈钢车体的焊接已由点焊向激光焊接过渡，以实现外观成形好、强度高、密封性能好等目的。

现有技术中，采用不锈钢薄板进行激光搭接焊时，为保证一定的拉剪强度，需要保证一定的焊缝熔宽。同时，对工件的焊缝熔深的连续性、稳定性和背面状态都有一定的要求。激光焊接时，影响熔宽和熔深的因素很多，其中激光的入射角度是影响搭接焊焊接接头形状和质量的重要因素。

现有技术中未提及激光入射角度的确定方法，因此，在实际操作过程中，焊接后的工件质量稳定性无法保证。因此，现有技术中亟需一种确定激光的入射角度的方法，以保证搭接焊的焊缝质量。

发明内容

本发明提供一种提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，以解决现有技术中的激光的入射角度无法确定的问题。

本发明提供了一种提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，方法包括：S100，对工件进行激光焊接模拟并确定激光焊接模拟的热源模型参数；S200，根据热源模型参数对工件进行不同入射角度的焊接模拟，获取不同入射角度对应的第一焊缝参数；S300，当第一焊缝参数在预设范围内时，确定该第一焊缝参数对应的入射角度为实际激光入射角度。

进一步地，S100 包括：S101，工件根据预设入射角进行实际焊接，获取工件的实际焊缝参数；S103，根据工件的实际焊缝参数调节激光焊接模拟的热源模型参数。

进一步地，在执行 S103 之前，S100 还包括：S102，根据预设入射角对工件进行焊接模拟，获取与预设入射角对应的第二焊缝参数；其中，在执行 S102 之后，S103 包括，根据工件的实际焊缝参数以及第二焊缝参数调节激光焊接模拟的热源模型参数。

进一步地，第一焊缝参数包括焊缝的熔深尺寸和焊缝的熔宽尺寸。

进一步地，预设范围包括第一预设范围，S300 包括：S301，当熔深尺寸在第一预设范围内时，确定该熔深尺寸对应的入射角度为实际激光入射角度。

进一步地，预设范围包括第一预设范围和第二预设范围，当熔深尺寸在第一预设范围内具有多个入射角度时，S300 还包括：S302，根据第一预设范围，确定符合第一预设范围内的多个入射角度；S303，根据符合第一预设范围内的多个入射角度，获取符合第一预设范围内的多个入射角度对应的熔宽尺寸；S304，当符合第一预设范围内的多个入射角度对应的熔宽尺寸符合第二预设范围时，确定该熔宽尺寸对应的入射角度为实际激光入射角度。

进一步地，热源模型参数值包括热源功率、焊接速度以及热源半径。

进一步地，在执行 S300 之后，工艺方法还包括：S400，根据实际激光入射角度对工件进行实际焊接。

应用本发明的技术方案，通过对工件进行激光焊接模拟，并确定激光焊接模拟的热源模型参数；根据确定后的热源模型参数对工件进行不同入射角度的焊接模拟，得到不同入射角度对应的第一焊缝参数；当第一焊接参数在预设范围内时，确定该第一焊缝参数对应的入射角度为实际激光入射角度。通过该方法可以在工件实际焊接前，先对工件进行模拟焊接试验，根据测得的第一焊缝参数确定实际激光入射角度，如此在确定工件在实际焊接时的激光焊接角度的同时，提高激光搭接焊的焊接质量，提高激光搭接焊的稳定性。

附图说明

构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

图 1 示出了根据本发明实施例提供的提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法的流程示意图；

图 2 示出了本发明实施例提供的工件焊接的结构示意图。

具体实施方式

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一部分实施例，而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图

包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

除非另外具体说明，否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。同时，应当明白，为了便于描述，附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论，但在适当情况下，所述技术、方法和设备应当被视为授权说明书的一部分。在这里示出和讨论的所有示例中，任何具体值应被解释为仅仅是示例性的，而不是作为限制。因此，示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

在本发明的描述中，需要理解的是，方位词如“前、后、上、下、左、右”、“横向、竖向、垂直、水平”和“顶、底”等所指示的方位或位置关系通常是基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，在未作相反说明的情况下，这些方位词并不指示和暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位或者以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明保护范围的限制；方位词“内、外”是指相对于各部件本身的轮廓的内外。

为了便于描述，在这里可以使用空间相对术语，如“在……之上”、“在……上方”、“在……上表面”、“上面的”等，用来描述如在图中所示的一个器件或特征与其他器件或特征的空间位置关系。应当理解的是，空间相对术语旨在包含除了器件在图中所描述的方位之外的在使用或操作中的不同方位。例如，如果附图中的器件被倒置，则描述为“在其他器件或构造上方”或“在其他器件或构造之上”的器件之后将被定位为“在其他器件或构造下方”或“在其他器件或构造之下”。因而，示例性术语“在……上方”可以包括“在……上方”和“在……下方”两种方位。该器件也可以其他不同方式定位(旋转 90 度或处于其他方位)，并且对这里所使用的空间相对描述作出相应解释。

此外，需要说明的是，使用“第一”、“第二”等词语来限定零部件，仅仅是为了便于对相应零部件进行区别，如没有另行声明，上述词语并没有特殊含义，因此不能理解为对本发明保护范围的限制。

如图 1 所示，本发明实施例提供了一种提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，具体的，该方法包括：

S100，对工件进行激光焊接模拟并确定激光焊接模拟的热源模型参数。

具体的，在对工件进行模拟焊接前，先调试模拟焊接的热源模型参数值，使模拟值与实际值相匹配，如此提高模拟准确性以及数据的可靠性，为后续实际焊接提供数据支持。

S200，根据热源模型参数对工件进行不同入射角度的焊接模拟，获取不同入射角度对应的第一焊缝参数。

在热源模型参数确定后，对工件进行焊接模拟，模拟实验可进行多次，每次模拟时需要调整激光入射角度，从而获取不同入射角度的情况下，对应的工件的第一焊缝参数。

S300，当第一焊缝参数在预设范围内时，确定该第一焊缝参数对应的入射角度为实际激光入射角度。

在获取不同入射角度对应的第一焊缝参数后，根据第一焊缝参数进行判断，当第一焊缝参数符合预设范围时，则可以确定该第一焊缝参数对应的入射角度为实际激光入射角度。

应用本发明提供的实施例，对工件进行激光焊接模拟，并确定激光焊接模拟的热源模型参数；根据确定后的热源模型参数对工件进行不同入射角度的焊接模拟，得到不同入射角度对应的第一焊缝参数；当第一焊缝参数在预设范围内时，确定该第一焊缝参数对应的入射角度为实际激光入射角度。通过该方法可以在工件实际焊接前，先对工件进行模拟焊接试验，根据测得的第一焊缝参数确定实际激光入射角度，如此在确定工件在实际焊接时的激光焊接角度的同时，提高激光搭接焊的焊接质量，提高激光搭接焊的稳定性。

具体的，该 S100 包括：

S101，工件根据预设入射角进行实际焊接，获取工件的实际焊缝参数；

S103，根据工件的实际焊缝参数调节激光焊接模拟的热源模型参数。

在本实施例中，在对工件进行模拟焊接之前，先对热源模型参数进行调试。具体的，先在实际中，将工件按照预设入射角进行焊接，焊接后测量并获取工件的实际焊缝参数。然后在模拟时，先根据工件的实际焊缝参数对热源模型参数进行调试，调试之后再对工件进行多个入射角度的模拟焊接，并获取第一焊缝参数，根据第一焊缝参数值来确定实际激光入射角度。通过对热源模型参数进行调试，可以进一步提高模拟的准确性和可靠性。其中，热源模型参数值包括热源功率、焊接速度以及热源半径。

具体的，在执行 S103 之前，该 S100 还包括 S102，S102 具体包括：根据预设入射角对工件进行焊接模拟，获取与预设入射角对应的第二焊缝参数。在执行 S102 之后，S103 为根据工件的实际焊缝参数以及第二焊缝参数调节激光焊接模拟的热源模型参数。

在获取工件实际焊缝参数后，对热源模型参数进行调试。具体的，按照预设入射角对工件进行焊接模拟，获取与预设入射角对应的第二焊缝参数，通过将实际焊缝参数与第二焊缝参数进行比对，来对热源模型参数进行调试。具体地，焊缝参数可包括熔宽尺寸、熔深尺寸、焊缝形状等，在调试时，通过比对、调试，以使第二焊缝参数满足实际焊缝参数，即可确定热源模型参数值，并按照该热源模型参数值对工件进行模拟。

在本实施例中，该预设范围包括第一预设范围，S300 包括：

S301，当熔深尺寸在第一预设范围内时，确定该熔深尺寸对应的入射角度为实际激光入射角度。

其中，焊缝参数包括熔宽尺寸、熔深尺寸、焊缝形状等其它参数值。在本实施例中，选用熔深尺寸作为确定实际激光入射角度的判断依据，熔深尺寸会影响工件焊接效率、背面焊缝痕迹的明显程度以及焊缝的连续性。通过熔深尺寸判断实际激光入射角度，能够改善搭接试板背面的焊接痕迹，并有利于减小上下板间隙或焊接变形导致的熔深不稳定现象，提高较长试板激光搭接焊的焊接效率，进而能够提高工件整体焊接质量，提高工件焊接强度，延长工件的使用寿命。具体的，第一预设范围会根据工件的材料、工件厚度、长度值而发生变化，熔深尺寸在满足工件的焊缝连接强度的前提下，越小越好即可。

在进行模拟焊接时，该预设范围包括第一预设范围和第二预设范围，当熔深尺寸在第一预设范围内具有多个入射角度时，该 S300 还包括：

S302，根据第一预设范围，确定符合第一预设范围内的多个入射角度；

S303，根据符合第一预设范围内的多个入射角度，获取符合第一预设范围内的多个入射角度对应的熔宽尺寸；

S304，当符合第一预设范围内的多个入射角度对应的熔宽尺寸符合第二预设范围时，确定该熔宽尺寸对应的入射角度为实际激光入射角度。

在本实施例中，第一预设范围用于确定熔深尺寸，第二预设范围用于确定熔宽尺寸。当符合第一预设范围的熔深尺寸具有多个时，对应的入射角度也存在有多个，此时，可以在符合第一预设范围后，通过第二预设范围确定熔宽尺寸，通过熔宽尺寸来确定工件的实际激光入射角度。其中，在本实施例中，熔宽尺寸为两个工件搭接面处的熔宽尺寸。

具体的，在工件进行不同入射角度的焊接模拟后，先根据第一预设范围，选出符合第一预设范围的熔深尺寸，确定对应该熔深尺寸的入射角度，若此时有多个入射角度满足条件，则根据上述多个入射角度对应的熔宽尺寸与第二预设范围进行比较，最终根据符合第二预设范围的熔宽尺寸对应的入射角度确定实际激光入射角度。在本实施例中，增加熔宽尺寸作为判断依据，是由于熔宽尺寸决定了工件的焊接强度。因此通过熔宽尺寸判断实际激光入射角度，能够提高工件焊接的焊接强度。具体的，在满足第一预设范围后，在选取熔宽尺寸时，一般熔宽尺寸越大越好。因此，可以比较满足第一预设范围后的熔宽尺寸，将最大熔宽尺寸对应的入射角度作为工件的实际激光入射角度。

在本实施例中，在执行 S300 之后，该工艺方法还包括：

S400，根据实际激光入射角度对工件进行实际焊接。

通过本发明提供的实施例，在对工件进行实际焊接加工之前，先通过模拟技术，确定工件的实际激光入射角度，并通过该实际激光入射角度对工件进行焊接。该方法与现有技术中利用垂直入射角对工件进行焊接相比，通过改变激光入射角度能够有利于保护气体趋散高功率焊接产生的等离子云，提高焊件表面的功率密度。通过本实施例提供的工艺方法，能够扩大熔宽尺寸、减小熔深尺寸。进而能够提高焊接强度，改善焊接工件背面的焊接痕迹，并有

利于减小上下板间隙或焊接变形导致的熔深不稳定现象，提高较长试板激光搭接焊的焊接效率。

为了便于理解本发明，本发明提供以下实施例进行说明：

实施例一

图2示出了工件焊接的结构示意图，其中，a示出了焊缝的熔深尺寸，b示出了焊缝的熔宽尺寸。

在本实施例中，工件根据预设入射角进行实际焊接，并获取工件的实际焊缝参数。在对工件进行模拟时，先通过预设入射角对工件进行模拟焊接，并获取与预设入射角对应的第二焊缝参数。通过实际焊缝参数与第二焊缝参数进行比较，具体的，可比较二者的熔深尺寸、熔宽尺寸、焊缝形状等，使第二焊缝参数接近或与实际焊缝参数相同，即可确定焊缝模拟时的热源模型参数。

在本实施例中，以2KW的激光功率、2.8m/min的焊接速度对工件进行模拟。通过该热源模型参数对工件进行不同入射角度的焊接模拟，并获取与不同入射角度对应的第一焊缝参数。

具体的，在本实施例中，两个工件的板厚分别为0.8mm和2mm，并分别在入射角度为0°和25°的条件下进行焊接模拟。模拟得出，0°入射角度对应的熔宽尺寸为1018 μm，熔深尺寸为400 μm；25°入射角度对应的熔宽尺寸为1028 μm，熔深尺寸为364 μm。通过模拟发现，25°入射角度下的熔宽尺寸和熔深尺寸达到要求，因此，在对工件进行焊接时，以25°入射角度作为实际激光焊接角度。

工件在实际焊接时，0°入射角度对应的熔宽尺寸为1025 μm，熔深尺寸为427 μm；25°入射角度对应的熔宽尺寸为1200 μm，熔深尺寸为240 μm。通过上述数据对比发现，模拟时得到的激光入射角度在实际操作中其熔宽尺寸和熔深尺寸相比其它角度的数据也更符合要求，通过上述数据也证明了模拟时数据的可靠性。

实施例二

在本实施例中，工件根据预设入射角进行实际焊接，并获取工件的实际焊缝参数。在对工件进行模拟时，先通过预设入射角对工件进行模拟焊接，并获取与预设入射角对应的第二焊缝参数。通过实际焊缝参数与第二焊缝参数进行比较，具体的，可比较二者的熔深尺寸、熔宽尺寸、焊缝形状等，使第二焊缝参数接近或与实际焊缝参数相同，即可确定焊缝模拟时的热源模型参数。

在本实施例中，以3.5kW激光功率、3.7m/min的焊接速度对工件进行模拟。通过该热源模型参数对工件进行不同入射角度的焊接模拟，并获取与不同入射角度对应的第一焊缝参数。

具体的，在本实施例中，两个工件的板厚分别为2mm和2mm，并分别在入射角度为0°和25°的条件下进行焊接模拟。模拟得出，0°入射角度对应的熔宽尺寸为1048 μm，熔深尺寸为666 μm；25°入射角度对应的熔宽尺寸为1108 μm，熔深尺寸为333 μm。通过模拟发

现, 25° 入射角度下的熔宽尺寸和熔深尺寸达到要求, 因此, 在对工件进行焊接时, 以 25° 入射角度作为实际激光焊接角度。

工件在实际焊接时, 0° 入射角度对应的熔宽尺寸为 997 μm , 熔深尺寸为 636 μm ; 25° 入射角度对应的熔宽尺寸为 1111 μm , 熔深尺寸为 303 μm 。通过上述数据对比发现, 模拟时得到的激光入射角度在实际操作中其熔宽尺寸和熔深尺寸相比其它角度的数据也更符合要求, 通过上述数据也证明了模拟时数据的可靠性。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，其特征在于，所述方法包括：

S100，对工件进行激光焊接模拟并确定所述激光焊接模拟的热源模型参数；

S200，根据所述热源模型参数对工件进行不同入射角度的焊接模拟，获取不同所述入射角度对应的第一焊缝参数；

S300，当所述第一焊缝参数在预设范围内时，确定所述第一焊缝参数对应的入射角度为实际激光入射角度。
2. 根据权利要求 1 所述的提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，其特征在于，所述 S100 包括：

S101，所述工件根据预设入射角进行实际焊接，获取所述工件的实际焊缝参数；

S103，根据所述工件的实际焊缝参数调节所述激光焊接模拟的热源模型参数。
3. 根据权利要求 2 所述的提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，其特征在于，在执行所述 S103 之前，所述 S100 还包括：

S102，根据所述预设入射角对所述工件进行焊接模拟，获取与所述预设入射角对应的第二焊缝参数；

其中，在执行所述 S102 之后，所述 S103 包括，根据所述工件的实际焊缝参数以及所述第二焊缝参数调节所述激光焊接模拟的热源模型参数。
4. 根据权利要求 1 所述的提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，其特征在于，所述第一焊缝参数包括焊缝的熔深尺寸和焊缝的熔宽尺寸。
5. 根据权利要求 4 所述的提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，其特征在于，所述预设范围包括第一预设范围，所述 S300 包括：

S301，当所述熔深尺寸在所述第一预设范围内时，确定该熔深尺寸对应的入射角度为实际激光入射角度。
6. 根据权利要求 4 所述的提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，其特征在于，所述预设范围包括第一预设范围和第二预设范围，当所述熔深尺寸在所述第一预设范围内具有多个入射角度时，所述 S300 还包括：

S302，根据所述第一预设范围，确定符合所述第一预设范围内的多个所述入射角度；

S303，根据符合所述第一预设范围内的多个所述入射角度，获取符合所述第一预设范围内的多个所述入射角度对应的熔宽尺寸；

S304，当符合所述第一预设范围内的多个所述入射角度对应的熔宽尺寸符合所述第二预设范围时，确定该熔宽尺寸对应的入射角度为实际激光入射角度。

7. 根据权利要求 1 所述的提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，其特征在于，所述热源模型参数值包括热源功率、焊接速度以及热源半径。
8. 根据权利要求 1 所述的提高激光搭接焊的焊缝质量的工艺方法，其特征在于，在执行所述 S300 之后，所述工艺方法还包括：

S400，根据所述实际激光入射角度对工件进行实际焊接。

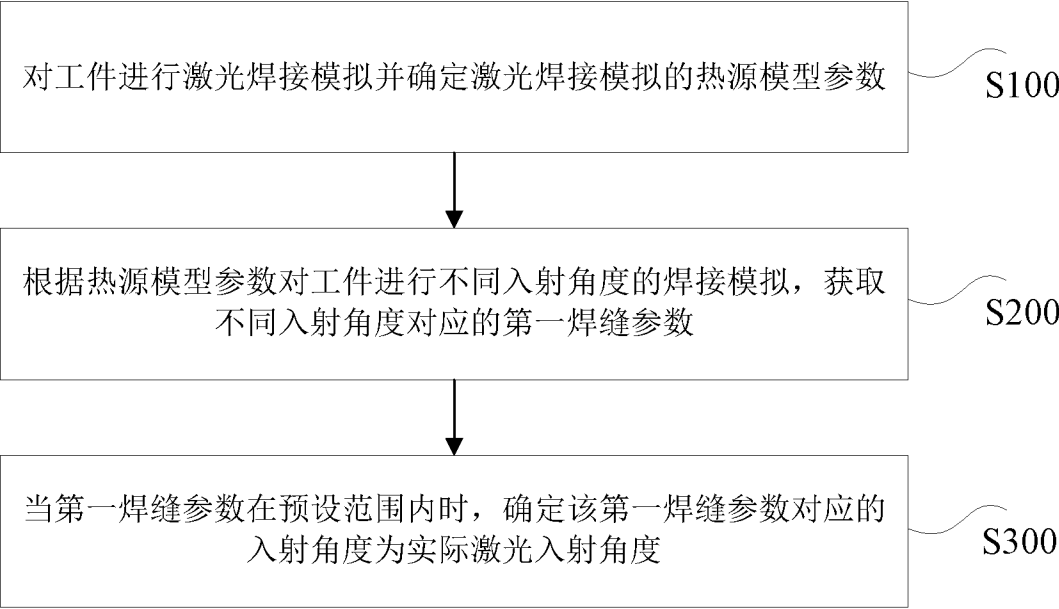


图 1

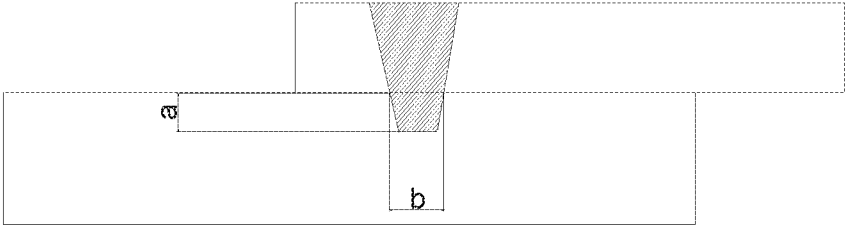


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/107754

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 26/20 (2014.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNABS, DWPI, SIPOABS: 激光, 镭射, 雷射, 搭接, 搭焊, 焊缝, 熔宽, 熔深, 数值模拟, laser, lap weld+, seam, bead, joint, width, penetration, numerical simulation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106513992 A (CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.), 22 March 2017 (22.03.2017), claims 1-8	1-8
Y	CN 105706007 A (ILLINOIS TOOL WORKS INC.), 22 June 2016 (22.06.2016), description, paragraphs [0015]-[0039], and figures 1-4	1-8
Y	卢宇峰, “激光焊接圆锥体热源模型及参数研究”, 焊接, no. 1, 31 January 2012 (31.01.2012), ISSN: 1001-1382, pages 41-44, (Welding), non-official translation (LU, Yufeng, “Laser Welding Cone Heat Source Model and Parameter Studies”)	1-8
A	CN 105021142 A (THE INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 04 November 2015 (04.11.2015), entire document	1-8
A	US 2014269816 A1 (TRUMPF WERKZEUGMASCHINEN GMBH), 18 September 2014 (18.09.2014), entire document	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 21 December 2017	Date of mailing of the international search report 12 January 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LIU, Jinna Telephone No. (86-10) 62085366

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/107754

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106513992 A	22 March 2017	None	
CN 105706007 A	22 June 2016	MX 2016003118 A	16 June 2016
		US 2016243640 A1	25 August 2016
		US 2015122781 A1	07 May 2015
		EP 3066530 A1	14 September 2016
		CA 2924120 A1	07 May 2015
		WO 2015066592 A1	07 May 2015
		BR 112016010039 A2	01 August 2017
CN 105021142 A	04 November 2015	CN 105021142 B	29 September 2017
US 2014269816 A1	18 September 2014	US 2010086003 A1	08 April 2010
		US 8777482 B2	15 July 2014
		WO 2008145237 A1	04 December 2008
		CN 101730607 B	26 February 2014
		CN 101730607 A	09 June 2010
		DE 102007024789 B3	23 October 2008
		US 9267905 B2	23 February 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/107754

A. 主题的分类

B23K 26/20(2014.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B23K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, CNABS, DWPI, SIPOABS: 激光, 镭射, 雷射, 搭接, 搭焊, 焊缝, 熔宽, 熔深, 数值模拟, laser, lap weld+, seam, bead, joint, width, penetration, numerical simulation

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 106513992 A (中车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 权利要求1-8	1-8
Y	CN 105706007 A (伊利诺斯工具制品有限公司) 2016年 6月 22日 (2016 - 06 - 22) 说明书第[0015]-[0039]段、附图1-4	1-8
Y	卢宇峰, “激光焊接圆锥体热源模型及参数研究” 焊接, 第1期, 2012年 1月 31日 (2012 - 01 - 31), ISSN: 1001-1382, 第41-44页	1-8
A	CN 105021142 A (中国科学院金属研究所) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-8
A	US 2014269816 A1 (TRUMPF WERKZEUGMASCHINEN GMBH) 2014年 9月 18日 (2014 - 09 - 18) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2017年 12月 21日

国际检索报告邮寄日期

2018年 1月 12日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

刘巾娜

电话号码 (86-10)62085366

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/107754

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	106513992	A	2017年 3月 22日	无			
CN	105706007	A	2016年 6月 22日	MX	2016003118	A	2016年 6月 16日
				US	2016243640	A1	2016年 8月 25日
				US	2015122781	A1	2015年 5月 7日
				EP	3066530	A1	2016年 9月 14日
				CA	2924120	A1	2015年 5月 7日
				WO	2015066592	A1	2015年 5月 7日
				BR	112016010039	A2	2017年 8月 1日
CN	105021142	A	2015年 11月 4日	CN	105021142	B	2017年 9月 29日
US	2014269816	A1	2014年 9月 18日	US	2010086003	A1	2010年 4月 8日
				US	8777482	B2	2014年 7月 15日
				WO	2008145237	A1	2008年 12月 4日
				CN	101730607	B	2014年 2月 26日
				CN	101730607	A	2010年 6月 9日
				DE	102007024789	B3	2008年 10月 23日
				US	9267905	B2	2016年 2月 23日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)