

(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
2020 年 3 月 5 日 (05.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/042030 A1

(51) 国际专利分类号:
B23K 9/127 (2006.01) **G01B 11/00** (2006.01)

海街道高新区高新南一道德赛科技大厦23层
(2303-2306室), Guangdong 518063 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/103075

(74) 代理人: 深圳市威世博知识产权代理事务所
(普通合伙) (CHINA WISPRO INTELLECTUAL
PROPERTY LLP.); 中国广东省深圳市南山区高
新区粤兴三道8号中国地质大学产学研基地中
地大楼A806, Guangdong 518057 (CN)。

(22) 国际申请日: 2018 年 8 月 29 日 (29.08.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳配天智能技术研究院有限
公司 (SHENZHEN A&E INTELLIGENT TECHNO-
LOGY INSTITUTE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广
东省深圳市南山区粤海街道高新区高
新南一道德赛科技大厦23层 (2303-2306
室), Guangdong 518063 (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,
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,

(72) 发明人: 阳光(YANG, Guang); 中国广东省深圳市
南山区粤海街道高新区高新南一道德赛科技大厦
23层 (2303-2306室), Guangdong 518063 (CN)。
王磊(WANG, Lei); 中国广东省深圳市南山区粤

(54) Title: GAP DETECTION METHOD AND SYSTEM FOR VISUAL WELDING SYSTEM

(54) 发明名称: 视觉焊接系统的缝隙检测方法以及系统

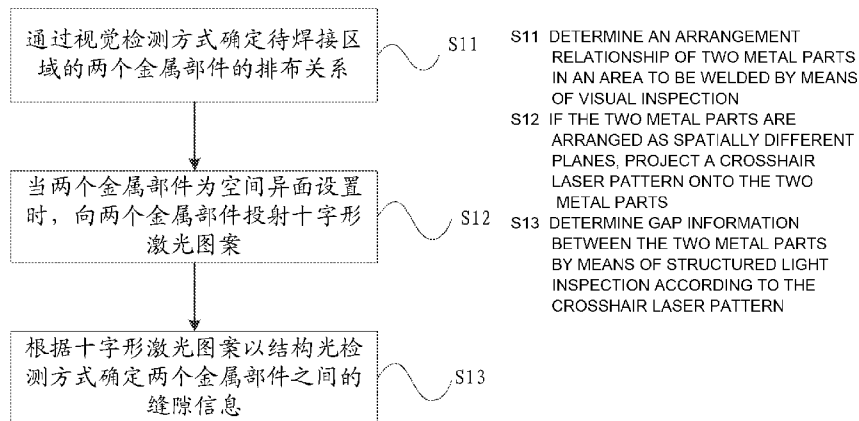


图 1

(57) Abstract: A gap detection method and system for a visual welding system. The method comprises: determining an arrangement relationship of two metal parts (M, N) in an area to be welded by means of visual inspection; if the two metal parts (M, N) are arranged crosswise, projecting a crosshair laser pattern onto the two metal parts (M, N); and determining gap information between the two metal parts (M, N) by means of structured light inspection according to the crosshair laser pattern. The method can implement the gap detection of a welding area, and achieves the function of a 3D visual inspection system by using a 2D visual system, thereby improving the technology and reducing costs.

(57) 摘要: 一种视觉焊接系统的缝隙检测方法以及系统, 方法包括: 通过视觉检测方式确定焊接区域的两个金属部件 (M、N) 的排布关系; 当两个金属部件 (M、N) 为交叉设置时, 向两个金属部件 (M、N) 投射十字形激光图案; 根据十字形激光图案以结构光检测方式确定两个金属部件 (M、N) 之间的缝隙信息。该方法能够实现对焊接区域的缝隙检测, 并通过采用2D视觉系统实现了3D视觉检测系统的功能, 改善了技术, 节省了成本。

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))。

视觉焊接系统的缝隙检测方法以及系统

【技术领域】

本申请涉及到缝隙检测领域，特别是涉及一种视觉焊接系统的缝隙检测方法以及系统。

【背景技术】

在焊接领域中，如何检测待焊接金属间是否存在缝隙尤为重要，但是现如今的单相机的视觉系统难以对需要焊接的立体金属间存在的缝隙进行有效的检测，同时，在现有技术下，空间以及 3D 视觉系统比较昂贵，难以实现量产，因此引用了 2D 视觉系统，但是一般的光用 2D 视觉系统在查看金属存在诸多的问题；例如：视觉角度、金属表面的反光不均匀、金属与周围环境的相似灰度不好区分等。

【发明内容】

本申请提供一种视觉焊接系统的缝隙检测方法以及系统，以解决如今缝隙检测难度较大或成本较高的问题。

本申请采用的一个技术方案是：提供一种视觉焊接系统的缝隙检测方法，包括步骤：通过视觉检测方式确定待焊接区域的两个金属部件的排布关系；当两个金属部件为空间异面设置时，向两个金属部件投射十字形激光图案；根据十字形激光图案以结构光检测方式确定两个金属部件之间的缝隙信息。

为解决上述技术问题，本申请采用的另一个技术方案是：一种视觉焊接系统，包括视觉检测系统，用于通过视觉检测方式确定待焊接区域的两个金属部件的排布关系；激光投射装置，用于对确定排布方式为空间异面

设置的两个金属部件投射十字形激光图案；所述视觉检测系统进一步根据所述十字形激光图案以结构光检测方式确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

为解决上述技术问题，本申请采用的另一个技术方案是：一种计算机存储介质，存储有能够实现上述任一方法的程序文件。

本申请的有益效果是：一种视觉焊接系统的缝隙检测方法以及系统，通过视觉检测方式确定待焊接区域的两个金属部件的排布关系，当确定两个金属部件为空间异面设置时，向两个金属部件投射十字形激光图案，并根据十字形激光图案以结构光检测方式确定两个金属部件之间的缝隙信息，从而可以实现对焊接区域的两个金属部件进行缝隙检测。

【附图说明】

图 1 是本申请视觉焊接系统的缝隙检测的方法第一实施方式的流程示意图；

图 2 是本申请视觉焊接系统的缝隙检测的方法第二实施方式的流程示意图；

图 3 是本申请视觉焊接系统的缝隙检测的方法第三实施方式的流程示意图；

图 4 是本申请视觉焊接系统的缝隙检测的方法第四实施方式的流程示意图；

图 5 是图 3 以及图 4 实施例的一个具体实施例示意图；

图 6 是图 5 所示具体实施例中坐标计算的简单原理示意图；

图 7 是图 5 所示具体实施例中坐标计算的另简单原理示意图；

图 8 是本申请视觉焊接系统的一实施方式的结构示意图；

图 9 是本申请计算机存储介质的一实施方式的结构示意图。

【具体实施方式】

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

请参阅图 1，图 1 是本申请视觉焊接系统的缝隙检测方法第一实施方式的流程示意图，具体的缝隙检测方法包括以下步骤：

S11，通过视觉检测方式确定焊接区域的两个金属部件的排布关系。

在本实施例中，由于对不同的排布的金属部件采用的是不同的焊接方法，所以首先要对焊接区域的两个金属部件进行检测，具体是通过视觉检测的方式对两个金属进行图像采集、图像识别以及处理。

在具体的实施例中，两个金属部件的排布方式分别是空间异面以及空间共面设置。

参阅图 2，图 2 是本申请视觉焊接系统的缝隙检测方法第二实施方式的流程示意图，且是步骤 S11 的子实施例，具体包括如下步骤：

S111，对待焊接区域进行图像采集，以获得视觉检测图像。

在本实施例中，采用是自动化的方法对待焊接区域进行检测，首先需要进行图像采集，主要是通过机器对整个焊接区域进行图像采集，从而获得焊接区域的两个金属部件的视觉检测图像。

S112，对视觉检测图像进行图像识别，以从视觉检测图像中识别出两个金属部件。

本申请主要通过将激光图案投射到金属部件表面从而完成缝隙检测，需要确定两个金属部件的位置信息，包括具体的坐标、位置排布等等，从

而需要对含有金属部件的视觉检测图像进行识别，识别出金属部件。

S113，确定两个金属部件在视觉检测图像中的排布关系。

在本申请中，由于对于不同的金属焊接方式采取不同的检测方式，即对于金属的不同排布方式采用不同的检测方式，因此通过识别后，对两个金属部件的位置信息进行处理，从而得出其位置关系。

上述实施方式中，通过对待焊接区域进行图像采集，并识别所采集到的视觉检测图像中的两个金属部件，随后确定两个金属部件的排布关系，从而完成对焊接区域两个金属的视觉检测与识别，并通过排布方式确定接下来使用的检测方式。

S13，当两个金属部件为空间异面设置时，采用结构光检测方式进行检测。

当检测出的两个金属部件为空间异面设置时，则采用结构光检测方式，在本实施例中，具体是通过向两个金属部件投射十字激光形图案，然后进行图像的采集、识别以及处理确定两个金属部件之间的缝隙信息，其中缝隙信息包括是否存在缝隙及缝隙的大小信息。

参阅图 3，图 3 是本申请视觉焊接系统的缝隙检测方法第三实施方式的流程示意图，本实施例中，是通过在两个金属部件表面上形成相应的激光图案，继而得到投射到金属部件上的激光图案的空间位置信息，从而得到与激光图案对应的金属部件的位置，最后确定出两个金属之间的缝隙信息。具体包括如下步骤：

S131，向两个金属部件投射十字形激光图案，使得十字形激光图案中的第一条形激光图案和第二条形激光图案分别作用于两个金属部件的表面上。

在本实施例中，需要向两个金属部件投射十字形的激光图案，包括第一条形激光图案与第二条形激光图案，其中，第一条形激光图案作用于两

个处于空间异面设置的金属部件的其中一个金属部件表面上，形成一个条形激光图案，第二条形激光图案作用于两个金属部件中的另外一个金属部件表面上，同样形成一个条形的激光图案。

S132，对投射有十字形激光图案的两个金属部件进行图像采集，以获取缝隙检测图像。

在向两个金属部件投射十字形激光图案并在分别两个金属部件的表面上形成相关的激光图案后，需要去采集获取缝隙检测图像，其中，缝隙检测图像中相对视觉检测图像多了相应的激光图案。

S133，对缝隙检测图像进行图像识别，以从缝隙检测图像中识别出十字形激光图案。

在本实施例中，由于十字形激光图案作用于两个金属部件的表面并形成相应的激光图案，即十字形激光图案的空间位置信息其实就是相当于这个十字形激光图案所在的金属部件的空间位置信息，首先需要将缝隙检测图像中激光图案识别出来。

S134，根据十字形激光图案在缝隙检测图像中的位置信息确定两个金属部件之间的缝隙信息。

从缝隙检测图像检测出十字形激光图案后，通过计算得到十字形激光图案的位置信息，继而得到所对应的金属部件的位置信息，然后通过比对计算，确定得到两个金属部件之间的缝隙信息。

参阅图 4，图 4 是本申请视觉焊接系统的缝隙检测方法第四实施方式的流程示意图，且图 4 是图 3 步骤 S314 的子实施例，通过对识别出来的十字形激光图案进行选点、确定直线、计算距离以及比对来得到两个金属部件之间的缝隙信息，具体包括如下步骤：

S1341，根据十字形激光图案在缝隙检测图像中的位置信息分别确定两个金属部件的表面的至少两个参考点的空间坐标。

在上述的实施例中已经说明，作用于金属部件上的激光图案的位置相当于其所在的金属部件的位置信息，即只要计算十字形激光图案所在的直线的空间位置信息，即金属部件的空间位置信息，具体的，计算一条直线需要至少两点的信息。具体的，根据激光图案在缝隙检测图像中的位置信息，从而得到其中激光图案中至少两个点的空间坐标。

请进一步参阅图 5，图 5 是图 3 以及图 4 实施例的一个具体实施例示意图，其中，在本实施例中，采用的是通过投射十字激光对两个金属部件进行检测。

其中，焊接区域包括了两个金属部件分别是 M 以及 N，通过向两个金属部件投射十字激光，使得第一条形激光图案作用于金属部件 M 表面上，从而形成一个条形激光图案 m，第二条形激光图案作用于金属部件 N 上，从而形成一个条形激光图案 n。

在具体的实施例中，从条形激光图案 m 以及条形激光图案 n 上分别取两点，根据结构光的检测原理，一方面可以通过图像确定所取点的横纵轴坐标，一方面根据图像的偏移角度以及距离信息来确定所取点的竖轴坐标，从而可以得出所取点的空间坐标，其中条形激光图案 m 取 A 以及 B 点，坐标分别是是 A (x1, y1, z1), B (x2, y2, z2)，所对应的直线为 L1；条形激光图案 n 取 C 以及 D 点，其坐标是 C (X1, Y1, Z1), D (X2, Y2, Z2)，所对应的直线为 L2，即金属部件 M 对应直线 L1，金属部件 N 对应直线 L2。

上述所述的通过 2D 摄像头进行检测其点的三维坐标具体可以通过如下方法：

如图 6，光源 21 的激光打在金属 M 表面形成一个激光图案，取其中一个落点 m，图像传感器 11 与金属 M 所在的平面的交点为 Q 点，因此 m、图像传感器 11、Q 点一起构成一个直角三角形，其中一个直角为 θ_1 ，这里

是图像传感器 11 在进行采集 m 点时候的偏移角, 是已知的, 其 L1 为 m 点到 Q 点的偏移距离, 可以通过图像采集后的两点距离进行得出, 因此在一个直角三角形中, 已知一条直角边一个非直角的角度值, 根据三角函数可以得出另外一个边的距离值, 即图像传感器 21 到 Q 点的距离, 建立坐标轴, 可以得到其横纵竖坐标。

同理, 对于金属 N 而言, 其落点为 n, 交点为 P, 偏移角为 θ_2 , 偏移距离为 L2, 也可以得出图像传感器 21 到 P 点的距离。

在其他实施例中, 也可以是垂直向金属部件投射激光图案, 并在金属部件取一点 P, 此时光源、摄像机、P 点构成一个直角三角形, 同样的采用三角函数的方法进行计算, 此时偏移位移为光源与摄像机的相对距离。

在又一实施例中, 可以采用构建多个平面及坐标系的方法进行获取, 如图 7 所示, 光源 21 在向金属部件 M 投射十字激光图案后, 光源 21 与两条光线分别形成横向光平面 π_h 与纵向光平面 π_v , 其中 π_c 为图像平面, 构建图像传感器 11 的坐标系为 $O_c x_c y_c z_c$, 其中 O_p 为图像传感器 11 采集到的光轴与图像平面 π_c 的交点, 无畸变图像坐标系为 $O_u x_u y_u$ 。三维世界坐标系为 $O_w x_w y_w z_w$, 其中定义 $O_c x_c$ 平行于 $O_u x_u$ 和 $O_c z_c$ 垂直于 π_c 。

设 π_h 或者 π_v 上任意一点 P 在 π_c 上的透视投影点为 p, 设 P 的三维世界坐标为 (x_w, y_w, z_w) , p 的无畸变图像坐标系坐标为 (x_u, y_u) 。

则整个图像传感器 21 的模型可以表示为:

$$\rho \begin{bmatrix} x_u \\ y_u \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} fx & 0 & u0 \\ 0 & fy & v0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} r1 & r2 & r3 & tx \\ r4 & r5 & r6 & ty \\ r7 & r8 & r9 & tz \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} xc \\ yc \\ zc \\ 1 \end{bmatrix} \dots\dots(1)$$

其中, ρ 不为 0, (fx, fy) 为图像传感器 11 在 x, y 方向上的有效焦距, $(u0, v0)$ 为图像传感器 11 的主点坐标。ri ($i=1\dots9$) 为正交旋转

矩阵 R 的元素, tx , ty , tz 为平移矢量 T 的元素。

由 (1) 式可知, 空间点 P 在图像平面 π_c 有唯一投影点 p , 即点 p 对应空间的唯一射线 O_cp , 且 P 位于 O_cp 上。

设 π_h 上任意点坐标为 $P_{ch}=[x_{ch}y_{ch}z_{ch}]^T$, 则 π_h 的方程为:

$$a_Hx_{ch}+b_Hy_{ch}+c_Hz_{ch}+d_H=0\ldots\ldots\ldots (2)$$

类似的, π_v 上任意点坐标为 $P_{cv}=[x_{cv}y_{cv}z_{cv}]^T$, 则 π_v 的方程为:

$$a_vx_{cv}+b_vy_{cv}+c_vz_{cv}+d_v=0\ldots\ldots\ldots (3)$$

由 (1)-(3) 式可知, 由 (1) 式可以确定射线 O_cp 的方程, 由 (2) 和 (3) 式分别确定光平面 π_h 与 π_v 的方程, 由 O_cp 和 π_h 或者 π_v 的交点可以位移确定点 P 在 $O_cx_cy_cz_c$ 三维坐标。

上述方式均可以采用 2D 摄像机得到关于投射点的一个三维坐标信息。在具体实施例中不限于上述方式。

S1342, 根据各金属部件上的至少两个参考点的空间坐标确定各金属部件对应的空间直线方程。

在得到激光图案中的至少两个点的空间坐标后, 通过空间直线方程计算出所对应的直线方程:

L1: $(x-x_1)/(x_2-x_1) = (y-y_1)/(y_2-y_1) = (z-z_1)/(z_2-z_1)$, 所对应的为金属部件 M 。

L2: $(x-X_1)/(X_2-X_1) = (y-Y_1)/(Y_2-Y_1) = (z-Z_1)/(Z_2-Z_1)$, 所对应的为金属部件 N 。

即 $L1$ 的空间位置对应是金属部件 M , $L2$ 的空间位置对应的是金属部件 N , 即上述的两个方程则分别为两个金属部件的空间位置信息方程。

S1343, 根据各金属部件的空间直线方程确定两个金属部件之间的缝隙信息。

由于上述步骤已经确定两金属部件为空间异面设置, 即 $L1$ 与 $L2$ 必定

属于空间异面直线。

具体的，需要通过计算两直线之间的公垂线段的长度，可以通过在 L1 上选取任意一点 Q，过点 Q 作一条平行于 L2 的直线 L3，此时，L1 以及 L3 构成一个平面 O，然后在 L2 上取任意一点 W，此时，只要求出点 W 到平面 O 的距离则可，这个具体就是 L1，L2 之间的公垂线段的长度，上述只是异面空间直线距离的一种求法，在其他实施例中，可以是其他任何求两直线之间距离的方法，不作任何限定。

继而要将这个公垂线段的长度与长度阈值进行比较，因为在具体的实施例中，金属部件是会存在一定的厚度，即两个直线之间是一定会存在距离的，则将公垂线段的长度与设定的长度阈值作差，根据差值信息确定两个金属部件之间的缝隙信息，如果公垂线段的长度大于阈值长度，即差值大于 0，则代表两个金属部件的距离大于金属部件的厚度，即代表两个金属部件存在有缝隙，并且这个差值的具体数值即为两个金属部件的缝隙大小；如果所述公垂线段的长度与预设的长度阈值的差值等于 0，则判定所述两个金属部件之间不存在缝隙。

在其他的实施例中，也可以采用平面直线方程的方法，请参照图 5，图 5 中金属部件 M 位于近光处，所以当投射一条水平光线的时候，会同时在金属部件 M 以及金属部件 N 上投影，求出水平光线在金属部件 M 上投影的直线方程以及在金属部件 N 的直线方程，确定是否重合，如果重合代表没缝隙，如果不重合，则代表有着一定的缝隙。

上述实施例中，通过对激光图案的空间位置信息的计算，以及距离的确定、比对，从而得出激光图案所对应的金属部件之间的距离关系，从而确定是否存在缝隙，以及计算出缝隙的大小信息。

请参阅图 8，图 8 是本申请视觉焊接系统的一实施方式的结构示意图。

本实施例中，视觉焊接系统包括：视觉检测系统 10 以及激光投射装置

20。

其中，视觉检测系统 10 用于对焊接区域内的两个金属部件进行视觉检测，获得两个金属部件的排布方式后，激光投射装置 20 对确定为空间异面的两个金属部件投射十字形激光图案，视觉检测系统 10 进一步根据十字形激光图案以结构光检测方式确定两个金属部件之间的缝隙信息。

其中，视觉检测系统 10 具体包括了图像传感器 11 及处理器 12，在具体实施例中，首先图像传感器 11 对焊接区域进行图像采集，从而获得视觉检测图像，然后处理器 12 对图像传感器 11 所采集到的视觉检测图像进行处理，识别出视觉检测图像中的需要进行缝隙检测的两个金属部件，进一步的，并确定识别出的两个金属部件的具体的排布关系以及位置信息，并将位置与排布信息发送激光投射装置 20。

激光投射装置 20 主要包括光源 21，当视觉检测系统 10 确定了两个金属部件的位置以及具体的排布关系，通过视觉检测系统 10 发送过来两个金属部件的位置信息以及排布方式来确定激光检测的方式，具体的，即通过处理器 12 传来的信息，光源 21 通过所得到的两个金属部件的位置信息以及排布信息来投射不同激光图案。

可选的，视觉检测系统 10 传来消息为的两个金属的排布关系为空间异面设置时：

则激光投射装置 20 的光源 21 投射十字形激光图案到两个金属部件上，并根据金属部件具体的位置信息，使得第一条形激光图案和第二条形激光图案分别作用于两个金属部件的表面上。

在光源 21 将预设的激光图案投射到两个金属部件表面后，图像传感器 11 负责对两个金属部件进行图像采集，从而获取到缝隙检测图像，处理器 12 通过获取到的缝隙检测图像，从缝隙检测图像中分别出两个金属表面的激光图案，并根据激光图案缝隙图像中的位置信息分别两个金属部件表面

的至少两个参考点的空间坐标，在根据各金属部件上的至少两个参考点的空间坐标确定各金属部件对应的空间直线方程，进一步根据各金属部件的空间直线方程计算两个金属部件之间的缝隙信息。

其具体的检测方式，上述实施例中已经进行过叙述，这里不再赘述。

需要知道的，本实施例提供的图像传感器 11 采用的是成本较低 2D 图像传感器，其通过与处理器 12、光源 21 进行配合，构成一个光源 21、金属部件、图像传感器 11 的一个 3D 结构模型，基于结构光原理，通过对金属部件上的图像进行采集，一方面根据所取点的平面位置信息得到所取点的横纵轴坐标，一方面根据图像相对光源 21、图像传感器 11 的偏移度来获取到所取点的竖轴坐标。

同时，本实施例提供的处理器 12 不仅仅限制于图像处理，还可以进行其他的处理，如控制光源 20 投射的方向，控制图像传感器 11 的采集角度等，在其他实施例中，处理器 12 也可以通过外接来实现，为了节省成本，处理器 12 也可以同时对多个系统进行相关处理。

参阅图 9，图 9 为本申请计算机存储介质一实施方式的结构示意图，有能够实现上述所有方法的程序文件 31，该程序文件 31 可以以软件产品的形式存储在上述存储装置中，同时还是记录各种计算的数据，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等等）或处理器（processor）执行本申请各个实施方式方法的全部或部分步骤。

而前述的存储装置包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM, Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM, Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质，或者是计算机、服务器、手机、平板等终端设备。

综上，本领域技术人员容易理解，本申请提供一种视觉焊接系统的缝隙

检测方法以及系统，通过对焊接区域的两个金属部件的位置视觉检测以及排布方式，选择相应激光检测方式向两个金属部件投射预设形状的激光图案，并根据采集到的激光图案，计算出激光图案的位置关系，进一步计算出两个金属部件之间的缝隙信息，通过上述方法，通过采用 2D 视觉系统缝隙检测代替了昂贵的 3D 视觉系统缝隙检测，从而优化了缝隙检测方法，提高了工作效率，并且降低了成本。

以上仅为本申请的实施方式，并非因此限制本申请的专利范围，凡是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本申请的专利保护范围内。

权利要求书

1.一种视觉焊接系统的缝隙检测方法，其特征在于，所述方法包括：

通过视觉检测方式确定待焊接区域的两个金属部件的排布关系；

当所述两个金属部件为空间异面设置时，向所述两个金属部件投射十字形激光图案；

根据所述十字形激光图案以结构光检测方式确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述通过视觉检测方式确定待焊接区域的两个金属部件的排布关系包括：

对所述待焊接区域进行图像采集，以获得视觉检测图像；

对所述视觉检测图像进行图像识别，以从所述视觉检测图像中识别出所述两个金属部件；

确定所述两个金属部件在所述视觉检测图像中的排布关系。

3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述当所述两个金属部件为空间异面设置时，向所述两个金属部件投射十字形激光图案包括：

使得所述十字形激光图案中的第一条形激光图案和第二条形激光图案分别作用于所述两个金属部件的表面上。

4. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述根据所述十字形激光图案以结构光检测方式确定所述两个金属部件之间的缝隙信息包括：

对投射有所述十字形激光图案的所述两个金属部件进行图像采集，以获取缝隙检测图像；

对所述缝隙检测图像进行图像识别，以从所述缝隙检测图像中识别出所述十字形激光图案；

根据所述十字形激光图案在所述缝隙检测图像中的位置信息确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

5.根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述根据所述十字形激光图案在所述缝隙检测图像中的位置信息确定所述两个金属部件之间的缝隙信息包括:

根据所述十字形激光图案在所述缝隙检测图像中的位置信息分别确定所述两个金属部件的表面上的至少两个参考点的空间坐标;

根据各所述金属部件上的至少两个参考点的空间坐标确定各所述金属部件对应的空间直线方程;

根据各所述金属部件的所述空间直线方程确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述根据各所述金属部件的所述空间直线方程确定所述两个金属部件之间的缝隙信息包括:

根据各所述金属部件的所述空间直线方程计算所述空间直线方程所对应的直线之间的公垂线段的长度;

将所述公垂线段的长度与预设的长度阈值作差;

根据差值信息确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

7、根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述根据差值信息确定所述两个金属部件之间的缝隙信息,包括:

若所述公垂线段的长度与预设的长度阈值的差值大于 0,则判定所述两个金属部件之间存在缝隙,并将所述差值作为所述缝隙的大小;

若所述公垂线段的长度与预设的长度阈值的差值等于 0,则判定所述两个金属部件之间不存在缝隙。

8. 一种视觉焊接系统,其特征在于,所述系统包括:

视觉检测系统,用于通过视觉检测方式确定待焊接区域的两个金属部件的排布关系;

激光投射装置,用于对确定排布方式为空间异面设置的两个金属部件投射十字形激光图案;

所述视觉检测系统进一步根据所述十字形激光图案以结构光检测方式确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

9. 根据权利要求 8 所述的系统，其特征在于，所述视觉检测系统包括：

图像传感器，用于对所述待焊接区域进行图像采集，以获得视觉检测图像；

处理器，用于对所述视觉检测图像进行图像识别，以从所述视觉检测图像中识别出所述两个金属部件，并确定所述两个金属部件在所述视觉检测图像中的排布关系。

10. 根据权利要求 9 所述的系统，其特征在于，所述激光投射装置包括：

光源，用于分别向所述两个金属部件投射十字形激光图案；使得所述十字形激光图案中的第一条形激光图案和第二条形激光图案分别作用于所述两个金属部件的表面上。

11. 根据权利要求 10 所述的系统，其特征在于，所述图像传感器进一步包括对投射有所述十字形激光图案的所述两个金属部件进行图像采集，以获取缝隙检测图像。

12. 根据权利要求 11 所述的系统，其特征在于，所述处理器进一步包括：对所述缝隙检测图像进行图像识别，以从所述缝隙检测图像中识别出所述十字形激光图案；根据所述十字形激光图案在所述缝隙检测图像中的位置信息确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

13. 根据权利要求 12 所述的系统，其特征在于，当采用十字形激光图案进行检测时，所述激光检测系统根据所述十字形激光图案在所述缝隙检测图像中的位置信息分别确定所述两个金属部件的表面的至少两个参考点的空间坐标；根据各所述金属部件上的至少两个参考点的空间坐标确定各所述金属部件对应的空间直线方程；根据各所述金属部件的所述空间直线方程确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

14. 根据权利要求 13 所述的系统，其特征在于，所述根据各所述金属部件的所述空间直线方程确定所述两个金属部件之间的缝隙信息包括：

根据各所述金属部件的所述空间直线方程计算所述空间直线方程所对应的直线之间的公垂线段的长度；

将所述公垂线段的长度与预设的长度阈值进行作差；

根据差值信息确定所述两个金属部件之间的缝隙信息。

15、根据权利要求 14 所述的系统，其特征在于，所述根据差值信息确定所述两个金属部件之间的缝隙信息，包括：

若所述公垂线段的长度与预设的长度阈值的差值大于 0，则判定所述两个金属部件之间存在缝隙，并将所述差值作为所述缝隙的大小；

若所述公垂线段的长度与预设的长度阈值的差值等于 0，则判定所述两个金属部件之间不存在缝隙。

16.一种计算机存储介质，其特征在于，存储能够实现如权利 1-7 任一所述方法的程序文件。

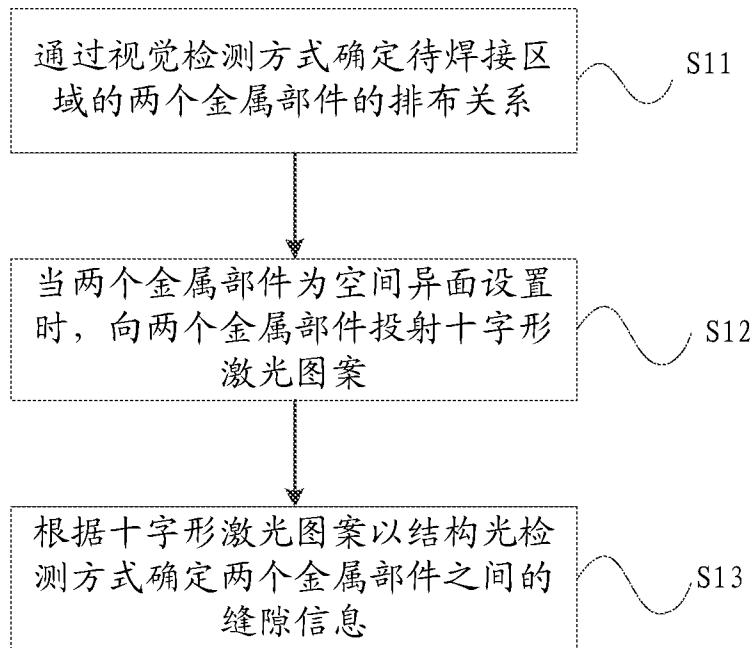


图 1

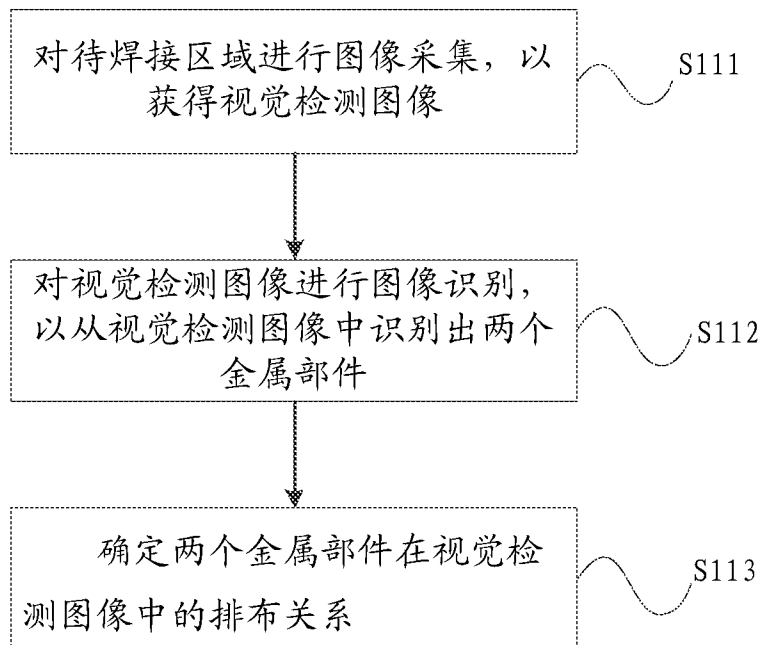


图 2

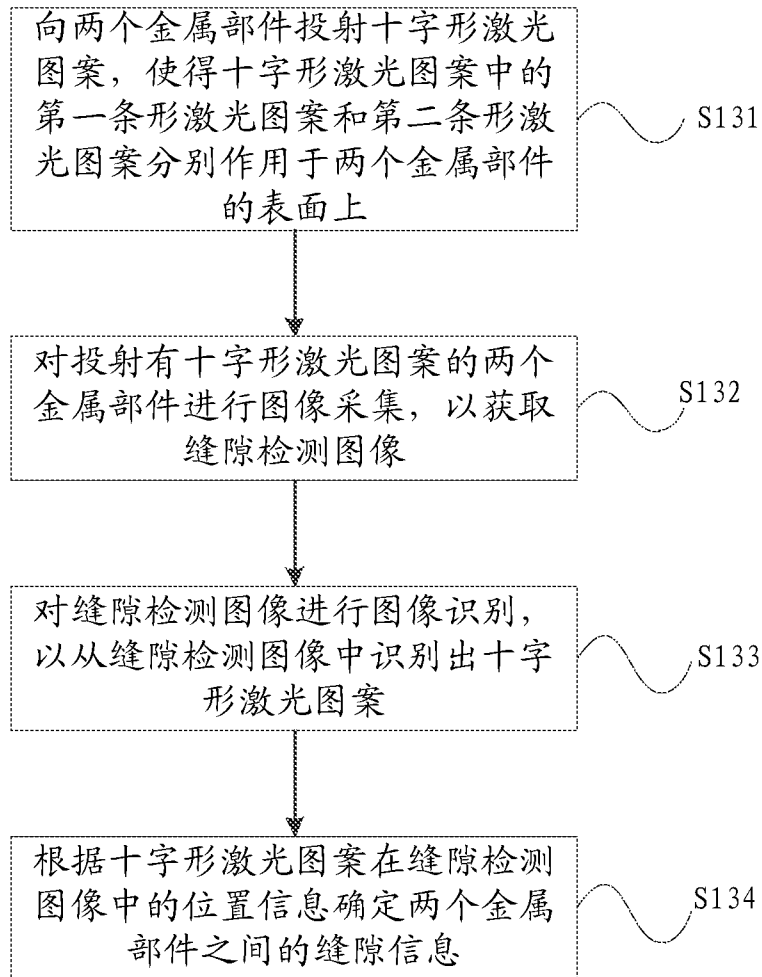


图 3

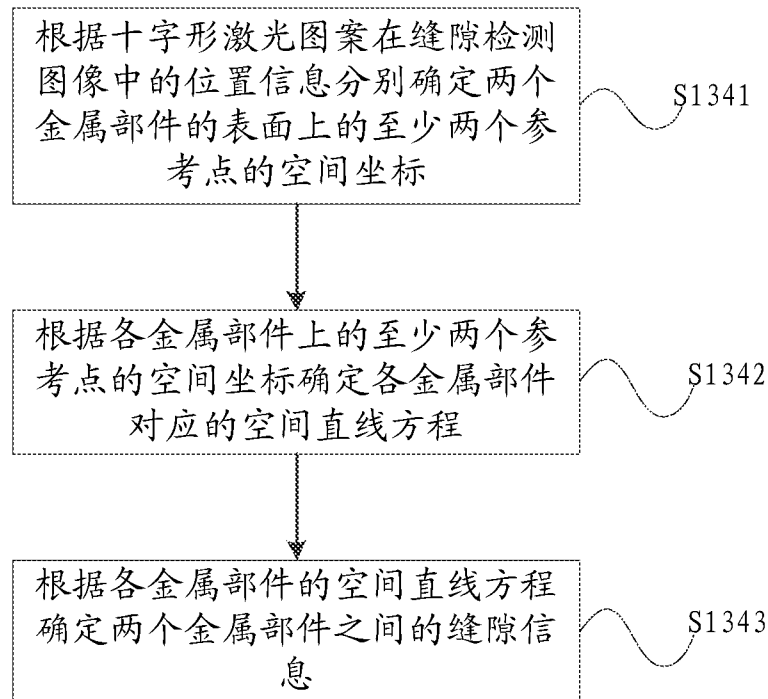


图 4

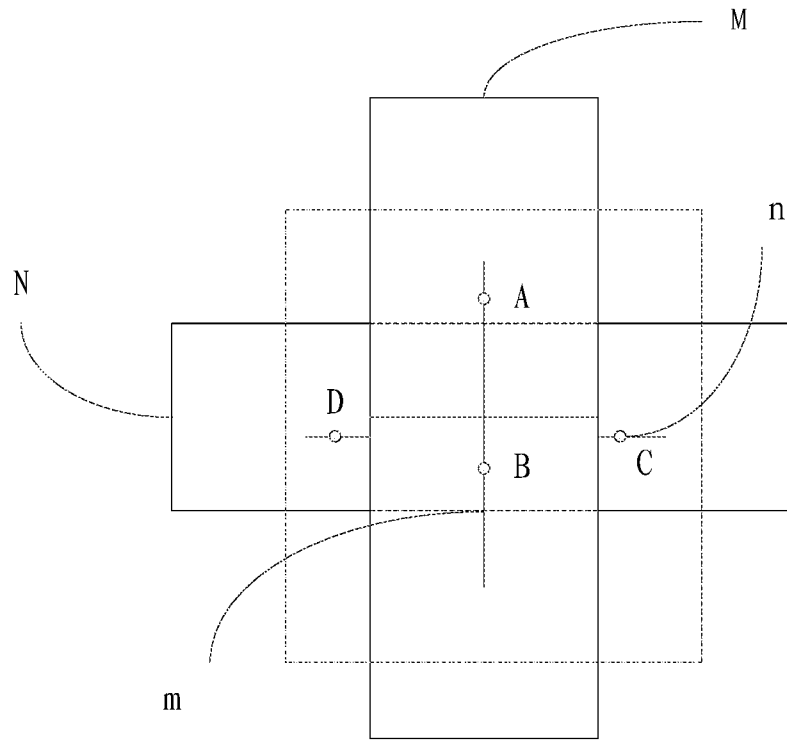


图 5

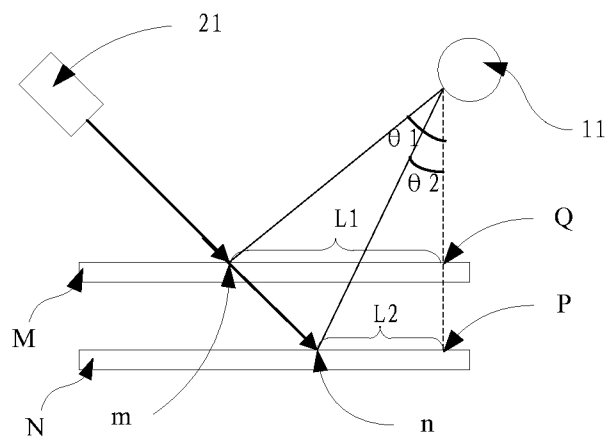


图 6

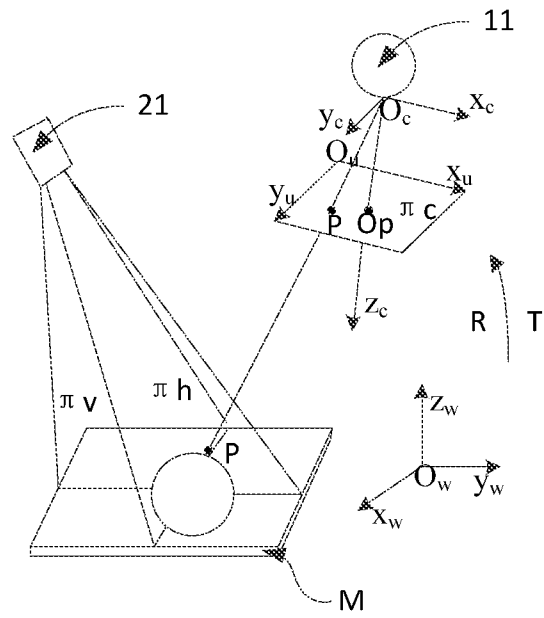


图 7

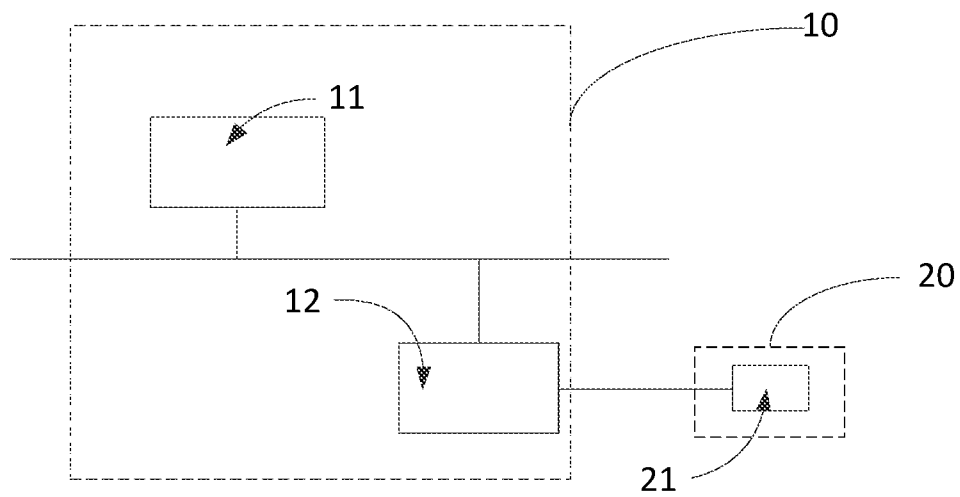


图 8

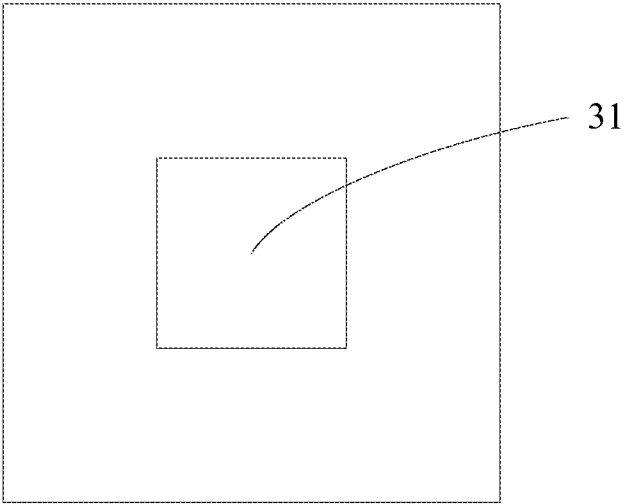


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/103075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 9/127(2006.01)i; G01B 11/00(2006.01)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)

B23K9/-; G01B11/-

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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 深圳配天智能技术研究院有限公司, 激光, 焊缝, 焊, 缝隙, 间隙, 隙, 十字, 交叉, 相交, 视觉, 摄像, 照相, 检测, 测量; laser, weld+, seam, gap, clearance, across+, cross+, visual, camera, photo+, CCD, detect+, measur+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6279060 B1 (JAPAN MARINE UNITED CORP.) 14 February 2018 (2018-02-14) description, specific embodiment, and figures 1-9	1-16
A	CN 107414253 A (HEBEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 01 December 2017 (2017-12-01) entire document	1-16
A	CN 105091767 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 25 November 2015 (2015-11-25) entire document	1-16
A	CN 1175687 A (ELPATRONIC AG) 11 March 1998 (1998-03-11) entire document	1-16
A	CN 102528231 A (NANCHANG UNIVERSITY) 04 July 2012 (2012-07-04) entire document	1-16
A	CN 102645219 A (CHINA AEROSPACE SCIENCE & INDUSTRY CORP. HARBIN FENGHUA CO., LTD) 22 August 2012 (2012-08-22) entire document	1-16
A	CN 107816942 A (DONGFANG ELECTRIC CORPORATION) 20 March 2018 (2018-03-20) entire document	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 April 2019

Date of mailing of the international search report

29 May 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088**
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/103075**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 204439034 U (ZHEJIANG SCI-TECH UNIVERSITY) 01 July 2015 (2015-07-01) entire document	1-16
A	JP H06175725 A (MITSUBISHI JUKOGYO K. K.) 24 June 1994 (1994-06-24) entire document	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/103075

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	6279060	B1	14 February 2018	JP	2018091696	A	14 June 2018
CN	107414253	A	01 December 2017	None			
CN	105091767	A	25 November 2015	CN	105091767	B	10 October 2017
CN	1175687	A	11 March 1998	EP	0822389	B1	16 April 2003
				TW	355216	B	01 April 1999
				RU	2138374	C1	27 September 1999
				BR	9704120	A	18 May 1999
				EP	0822389	A3	17 November 1999
				EP	0822389	A2	04 February 1998
				DE	59709824	D1	22 May 2003
				CN	1115556	C	23 July 2003
				US	6909799	B1	21 June 2005
				ES	2197266	T3	01 January 2004
				CA	2210814	A1	29 January 1998
				JP	H10154014	A	09 June 1998
				MX	9705701	A	01 February 1998
				KR	98010411	A	30 April 1998
				KR	543433	B1	12 April 2006
CN	102528231	A	04 July 2012	None			
CN	102645219	A	22 August 2012	CN	102645219	B	03 December 2014
CN	107816942	A	20 March 2018	None			
CN	204439034	U	01 July 2015	None			
JP	H06175725	A	24 June 1994	JP	3073341	B2	07 August 2000

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/103075

A. 主题的分类

B23K 9/127(2006.01)i; G01B 11/00(2006.01)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)

B23K9/-; G01B11/-

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))

CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 深圳配天智能技术研究院有限公司, 激光, 焊缝, 焊, 缝隙, 间隙, 隙, 十字, 交叉, 相交, 视觉, 摄像, 照相, 检测, 测量; laser, weld+, seam, gap, clearance, across+, cross+, visual, camera, photo+, CCD, detect+, measur+

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
X	JP 6279060 B1 (JAPAN MARINE UNITED CORP.) 2018年 2月 14日 (2018 - 02 - 14) 说明书具体实施方式, 图1-9	1-16
A	CN 107414253 A (河北工业大学) 2017年 12月 1日 (2017 - 12 - 01) 全文	1-16
A	CN 105091767 A (北京理工大学) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 全文	1-16
A	CN 1175687 A (埃尔帕特朗尼股份公司) 1998年 3月 11日 (1998 - 03 - 11) 全文	1-16
A	CN 102528231 A (南昌大学) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 全文	1-16
A	CN 102645219 A (航天科工哈尔滨风华有限公司) 2012年 8月 22日 (2012 - 08 - 22) 全文	1-16
A	CN 107816942 A (中国东方电气集团有限公司) 2018年 3月 20日 (2018 - 03 - 20) 全文	1-16

☒ 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

2019年 4月 29日

国际检索报告邮寄日期

2019年 5月 29日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (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

张健

电话号码 86-10-53961172

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
A	CN 204439034 U (浙江理工大学) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01) 全文	1-16
A	JP H06175725 A (MITSUBISHI JUKOGYO K.K.) 1994年 6月 24日 (1994 - 06 - 24) 全文	1-16

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/103075

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)
JP	6279060	B1	2018年 2月 14日	JP	2018091696	A	2018年 6月 14日
CN	107414253	A	2017年 12月 1日	无			
CN	105091767	A	2015年 11月 25日	CN	105091767	B	2017年 10月 10日
CN	1175687	A	1998年 3月 11日	EP	0822389	B1	2003年 4月 16日
				TW	355216	B	1999年 4月 1日
				RU	2138374	C1	1999年 9月 27日
				BR	9704120	A	1999年 5月 18日
				EP	0822389	A3	1999年 11月 17日
				EP	0822389	A2	1998年 2月 4日
				DE	59709824	D1	2003年 5月 22日
				CN	1115556	C	2003年 7月 23日
				US	6909799	B1	2005年 6月 21日
				ES	2197266	T3	2004年 1月 1日
				CA	2210814	A1	1998年 1月 29日
				JP	H10154014	A	1998年 6月 9日
				MX	9705701	A	1998年 2月 1日
				KR	98010411	A	1998年 4月 30日
				KR	543433	B1	2006年 4月 12日
CN	102528231	A	2012年 7月 4日	无			
CN	102645219	A	2012年 8月 22日	CN	102645219	B	2014年 12月 3日
CN	107816942	A	2018年 3月 20日	无			
CN	204439034	U	2015年 7月 1日	无			
JP	H06175725	A	1994年 6月 24日	JP	3073341	B2	2000年 8月 7日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)