(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
2024 年 6 月 6 日 (06.06.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/113960 A1

(51) 国际专利分类号:
G01B 15/00 (2006.01) *G01N 29/04* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/113166

(22) 国际申请日: 2023 年 8 月 15 日 (15.08.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202211503741.2 2022年11月28日 (28.11.2022) CN

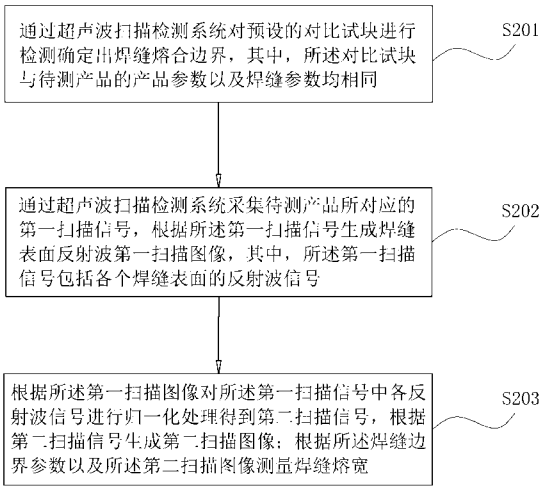
(71) 申请人: 西安航天发动机有限公司 **(XI'AN SPACE ENGINE COMPANY LIMITED)** [CN/CN]; 中国陕西省西安市雁塔区航天基地神舟二路69号, Shaanxi 710100 (CN)。

(72) 发明人: 王建超 **(WANG, Jianchao)**; 中国陕西省西安市雁塔区航天基地神舟二路69号, Shaanxi 710100 (CN)。王永红 **(WANG, Yonghong)**; 中国陕西省西安市雁塔区航天基地神舟二路69号, Shaanxi 710100 (CN)。潘兆义 **(PAN, Zhaoyi)**; 中国陕西省西安市雁塔区航天基地神舟二路69号, Shaanxi 710100 (CN)。陈少斌 **(CHEN, Shaobin)**; 中国陕西省西安市雁塔区航天基地神舟二路69号, Shaanxi 710100 (CN)。张鹏 **(ZHANG, Peng)**; 中国陕西省西安市雁塔区航天基地神舟二路69号, Shaanxi 710100 (CN)。赵灿 **(ZHAO, Can)**; 中国陕西省西安市雁塔区航天基地神舟二路69号, Shaanxi 710100 (CN)。王东方 **(WANG, Dongfang)**; 中国陕西省西安市雁塔区航天基地神舟二路69号, Shaanxi 710100 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市韦恩肯知识产权代理有限公司 **(WAYNE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.)**; 中国广东省深圳市宝安

(54) **Title:** METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING FUSION WIDTH OF T-SHAPED ELECTRON BEAM WELD

(54) 发明名称: 一种T型电子束焊缝熔宽的检测方法及装置



S201 TEST A PRESET REFERENCE BLOCK BY MEANS OF AN ULTRASONIC SCANNING TEST SYSTEM, SO AS TO DETERMINE A WELD FUSION BOUNDARY, WHEREIN THE REFERENCE BLOCK HAS THE SAME PRODUCT PARAMETERS AND WELD PARAMETERS AS A PRODUCT UNDER TEST

S202 BY MEANS OF THE ULTRASONIC SCANNING TEST SYSTEM, COLLECT A FIRST SCANNING SIGNAL CORRESPONDING TO SAID PRODUCT, AND ACCORDING TO THE FIRST SCANNING SIGNAL, GENERATE A FIRST SCANNED IMAGE OF REFLECTED WAVES ON WELD SURFACES, WHEREIN THE FIRST SCANNING SIGNAL COMPRISES A REFLECTED WAVE SIGNAL OF EACH WELD SURFACE

S203 ACCORDING TO THE FIRST SCANNING IMAGE, PERFORM NORMALIZATION PROCESSING ON THE REFLECTED WAVE SIGNALS IN THE FIRST SCANNING SIGNAL TO OBTAIN A SECOND SCANNING SIGNAL, AND GENERATE A SECOND SCANNING IMAGE ACCORDING TO THE SECOND SCANNING SIGNAL; AND MEASURE THE FUSION WIDTH OF A WELD ACCORDING TO BOUNDARY PARAMETERS OF THE WELD AND THE SECOND SCANNING IMAGE

图 2

(57) **Abstract:** A method and apparatus for measuring the fusion width of a T-shaped electron beam weld. The method comprises: testing a preset reference block by means of an ultrasonic scanning test system, so as to determine a weld fusion boundary, wherein the reference block has the same product parameters and weld parameters as a product under test (S201); by means of the ultrasonic scanning test system, collecting a first scanning signal corresponding to said product, and according to the first scanning signal, generating a first scanned image of reflected waves on weld surfaces, wherein the first scanning signal comprises a reflected wave signal of each weld surface (S202); and according to the first scanning image, performing normalization processing on the reflected wave signals in the first scanning signal to obtain a second scanning signal, and generating a second scanned image according to the second scanning signal (S203). Therefore, the technical problem in the prior art of it being impossible for the measurement of the fusion width of a T-shaped electron beam weld to meet actual requirements is solved.

WO 2024/113960 A1

[见续页]

区甲岸南路22号易尚创意科技大厦401室, Guangdong 518100 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

(57) 摘要: 一种T型电子束焊缝熔宽的检测方法及装置，该方法包括：通过超声波扫描检测系统对预设的对比试块进行检测确定出焊缝熔合边界，其中，对比试块与待测产品的产品参数以及焊缝参数均相同(S201)；通过超声波扫描检测系统采集待测产品所对应的第一扫描信号，根据第一扫描信号生成焊缝表面反射波第一扫描图像，其中，第一扫描信号包括各个焊缝表面的反射波信号(S202)；根据第一扫描图像对第一扫描信号中各反射波信号进行归一化处理得到第二扫描信号，根据第二扫描信号生成第二扫描图像(S203)。解决了现有技术中检测T型电子束焊缝的熔宽不能满足实际需求的技术问题。

一种 T 型电子束焊缝熔宽的检测方法及装置

技术领域

本申请涉及超声波检测技术领域，尤其涉及一种 T 型电子束焊缝熔宽的检测方法及装置。

背景技术

转子组件为一回转体结构，其横板为一整圈的卫带，竖板为回转体上的叶片，卫带与叶片通过 T 型电子束焊缝连接，因转子组件在工作时需要高速旋转，焊缝连接强度至关重要，检测焊缝连接强度的主要指标即为焊缝的熔合宽度(简称熔宽)。具体的，转子组件的结构示意图如图 1 所示。

目前，可以采用例如 X 射线来检测焊缝的熔合宽度，但是由于转子组件为回转体结构，X 射线如垂直焊缝表面透视，因为转子组件厚度和结构原因无法穿透该焊缝，而平行于焊缝透照无法显示处熔合区，因而不能检测转子组件 T 型电子束焊缝的熔宽。另外，转子组件 T 型电子束焊缝的横板厚度仅 1mm 的环形卫带，竖板为叶片，整个产品上有 53 条焊缝，焊缝宽度窄，数量多，需要高精度且快速的检测方法。

发明内容

本申请解决的技术问题是：针对现有技术中检测 T 型电子束焊缝的熔宽不能满足实际需求，本申请提供了一种 T 型电子束焊缝熔宽的检测方法及装置，本申请实施例所提供的方案中，借助超声波扫描检测系统，对待测产品的电子束焊缝进行自动检测，可一次性检测多条焊缝。另外，根据扫描图像对所各反射波信号进行归一化处理得到处理后的扫描图像，即本申请实施例所提供的方案采用表面反射波监测技术对焊缝表面形貌的变化进行监测并根

据形貌变化情况对入射声波能量进行补偿，使得到达焊缝熔合面处的声波能量均匀，进而消除表面形貌变化对检测结果的影响，实现焊缝熔宽的精确测量。

第一方面，本申请实施例提供一种 T 型电子束焊缝熔宽的检测方法，该方法包括：通过超声波扫描检测系统对预设的对比试块进行检测确定出焊缝熔合边界，其中，所述对比试块与待测产品的产品参数以及焊缝参数均相同；通过超声波扫描检测系统采集待测产品所对应的第一扫描信号，根据所述第一扫描信号生成焊缝表面反射波第一扫描图像，其中，所述第一扫描信号包括各个焊缝表面的反射波信号；根据所述第一扫描图像对所述第一扫描信号中各反射波信号进行归一化处理得到第二扫描信号，根据第二扫描信号生成第二扫描图像；根据所述焊缝边界参数以及所述第二扫描图像测量焊缝熔宽。

可选地，通过超声波扫描检测系统对预设的对比试块进行检测确定出焊缝边界，包括：将超声波扫描检测系统中超声探头放置于垂直对比试块的焊缝处，并垂直于对比试块的焊缝表面入射超声波；调整超声波参数以采集到所述对比试块上指定槽宽的焊缝表面反射波信号，根据所述指定槽宽的焊缝表面反射波信号生成第三扫描图像；分析所述第三扫描图像确定出焊缝熔合边界。

可选地，分析所述第三扫描图像确定出焊缝熔合边界，包括：分析所述第三扫描图像确定出反射波的高度；将所述反射波的高度乘以指定比例的结果作为所述焊缝熔合边界。

可选地，通过超声波扫描检测系统采集待测产品所对应的第一扫描信号，包括：将超声波扫描检测系统中超声探头放置于垂直待测产品的焊缝处，并

垂直于待测产品的焊缝表面入射超声波；采集待测产品各焊缝表面反射波信号以及横板底面反射波信号得到第一扫描信号。

可选地，所述对比试块设置有 0mm、0 .2mm、0 .4mm、0 .6mm 以及 0 .8mm 多种槽宽的焊缝；其中，指定焊缝为 0 .4mm 槽宽的焊缝。

可选地，根据所述第一扫描图像对所述第一扫描信号中各反射波信号进行归一化处理得到第二扫描信号，包括：根据所述第一扫描图像上确定所述第一扫描信号的扫描数据，基于所述扫描数据生成焊缝表面反射波的特征信息，其中，所述特征信息包括焊缝表面每个点的反射波的幅值信息和位置信息；将每个点对应的反射波的特征信息与指定值进行比较计算得到相对增益值，根据所述每个点的相对增益值得到所述第二扫描信号。

可选地，根据第二扫描信号生成第二扫描图像，包括：根据所述第二扫描信号中每个点的相对增益值对其对应的反射波高度进行增益计算，得到归一化的反射波特征信息；根据所述归一化的反射波特征信息生成所述第二扫描图像。

与现有技术相比，本申请实施例所提供的方案至少具有如下有益效果：

本申请实施例所提供的方案中，借助超声波扫描检测系统，对待测产品的电子束焊缝进行自动检测，可一次性检测多条焊缝。另外，根据扫描图像对所各反射波信号进行归一化处理得到处理后的扫描图像，即本申请实施例所提供的方案采用表面反射波监测技术对焊缝表面形貌的变化进行监测并根据形貌变化情况对入射声波能量进行补偿，使得到达焊缝熔合面处的声波能量均匀，进而消除表面形貌变化对检测结果的影响，实现焊缝熔宽的精确测量。

附图说明

图 1 为本申请实施例所提供的一种转子组件的结构示意图；

图 2 为本申请实施例所提供的一种 T 型电子束焊缝熔宽的检测方法的流程示意图；

图 3 为本申请实施例所提供的一种对比块的结构示意图；

图 4 为本申请实施例所提供的一种待测产品的结构示意图。

具体实施方式

本申请实施例提供的方案中，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，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它实施例，都属于本申请保护的范围。

为了更好的理解上述技术方案，下面通过附图以及具体实施例对本申请技术方案做详细的说明，应当理解本申请实施例以及实施例中的具体特征是对本申请技术方案的详细的说明，而不是对本申请技术方案的限定，在不冲突的情况下，本申请实施例以及实施例中的技术特征可以相互组合。

以下结合说明书附图对本申请实施例所提供的一种 T 型电子束焊缝熔宽的检测方法做进一步详细的说明，该方法具体实现方式可以包括以下步骤(方法流程如图 2 所示)：

步骤201，通过超声波扫描检测系统对预设的对比试块进行检测确定出焊缝熔合边界，其中，所述对比试块与待测产品的产品参数以及焊缝参数均相同。

具体的，在本申请实施例所提供的方案中，超声波扫描检测系统例如水浸超声波C扫描检测系统，水浸超声波C扫描检测系统由超声探头、超声探伤仪、扫描成像系统(例如A/B/C扫描成像系统)、单片机控制以及计算机系统总控平台等组成，。计算机首先发送控制信号给单片机，并将信号传递给扫描机构，扫描机构拖动超声波探头在水槽中进行扫描，同时超声波探伤仪将探头测得的检测信号实时传给计算机，计算机将探头所在位置和测得的检测信号综合形成扫描图像。

作为举例，通过超声波扫描检测系统对预设的对比试块进行检测确定出焊缝边界，包括：将超声波扫描检测系统中超声探头放置于垂直对比试块的焊缝处，并垂直于对比试块的焊缝表面入射超声波；调整超声波参数以采集到所述对比试块上指定槽宽的焊缝表面反射波信号，根据所述指定槽宽的焊缝表面反射波信号生成第三扫描图像；分析所述第三扫描图像确定出焊缝熔合边界。应理解，本申请实施例上下文所说的焊缝均为电子束焊缝。

对比块采用与待测产品材料、厚度等均相同的板材进行电子束焊接，焊接参数与产品相同。例如，对比块12有焊接5条电子束焊缝。焊接完成后在焊缝熔合面处加工平底槽，每条焊缝槽宽分别为0mm、0 .2mm、0 .4mm、0 .6mm、0 .8mm。

又作为举例，分析所述第三扫描图像确定出焊缝熔合边界，包括：分析所述第三扫描图像确定出反射波的高度；将所述反射波的高度乘以指定比例的结果作为所述焊缝熔合边界。例如，所述对比试块设置有 0mm、0 .2mm、0 .4mm、0 .6mm 以及 0 .8mm 多种槽宽的焊缝；其中，指定焊缝为 0 .4mm 槽宽的焊缝。在对试块进行检测，根据检测结果调整检测参数使宽度 0 .4mm 的槽能够检出，在生成的扫描图像上确定熔合面边界，使超声波测量熔宽与槽宽的差异小于 0 .1mm。

图 3 展示本申请实施例所提供的一种对比块的结构示意图。

作为举例，在图 3 中，对比块包括卫带、基板以及焊缝。例如，对比块长度为 40mm，宽度为 9mm。通过超声波扫描检测系统对对比试块进行检测确定出焊缝熔合边界。例如，对试块进行检测，根据检测结果调整检测参数使宽度 0 .4mm 的槽能够检出，在生成的扫描图像上确定熔合面边界，使超声波测量熔宽与槽宽的差异小于 0 .1mm。

步骤202，通过超声波扫描检测系统采集待测产品所对应的第一扫描信号，根据所述第一扫描信号生成焊缝表面反射波第一扫描图像，其中，所述第一扫描信号包括各个焊缝表面的反射波信号。

作为举例，通过超声波扫描检测系统采集待测产品所对应的第一扫描信号，包括：将超声波扫描检测系统中超声探头放置于垂直待测产品的焊缝处，并垂直于待测产品的焊缝表面入射超声波；采集待测产品各焊缝表面反射波信号以及横板底面反射波信号得到第一扫描信号。

具体的，将待测产品(例如转子组件)安装在检测工装上，检测工装夹持住待测产品，确保待测产品在检测设备中转动时不发生晃动 ,待测产品轴线与设备转台轴线的同轴度小于 0 .01mm。将超声波扫描检测系统中的超声探头垂直焊缝表面，超声波垂直焊缝表面入射，设置两个闸门，一个采集焊缝表面反射波信号，一个采集横板底面反射波信号，记录例如全波 A 扫描信号，并根据全波 A 扫描信号生成 C 扫描图像。

图 4 展示本申请实施例所提供的一种待测产品的结构示意图。

作为举例，在图 4 中，待测产品包括横板以及与横板垂直设置的竖板，垂直于横板设置有 T 型电子束焊缝。本申请实施例的目的就是准确测量 T 型电子束焊缝的熔宽。另外，在图 1 所提供的装置中，还应包括检测工装，用于固定对比块或者待测产品。例如，在对待测产品进行检测时，将待测产品安装在检测工装上，检测工装夹持住产品，确保产品在检测设备中转动时不发生晃动 ,产品轴线与设备转台轴线的同轴度小于 0 .01mm。

步骤 203，根据所述第一扫描图像对所述第一扫描信号中各反射波信号进行归一化处理得到第二扫描信号，根据第二扫描信号生成第二扫描图像；根据所述焊缝边界参数以及所述第二扫描图像测量焊缝熔宽。

作为举例，根据所述第一扫描图像对所述第一扫描信号中各反射波信号进行归一化处理得到第二扫描信号，包括：根据所述第一扫描图像上确定所述第一扫描信号的扫描数据，基于所述扫描数据生成焊缝表面反射波的特征信息，其中，所述特征信息包括焊缝表面每个点的反射波的幅值信息和位置

信息；将每个点对应的反射波的特征信息与指定值进行比较计算得到相对增益值，根据所述每个点的相对增益值得到所述第二扫描信号。

又作为举例，根据第二扫描信号生成第二扫描图像，包括：根据所述第二扫描信号中每个点的相对增益值对其对应的反射波高度进行增益计算，得到归一化的反射波特征信息；根据所述归一化的反射波特征信息生成所述第二扫描图像。

具体的，分析焊缝表面反射波扫描图像，对由于焊缝表面形貌变化导致的入射波能量变化从而影响底面反射波变化的情况，对各位置的表面反射波能量进行归一化处理，将同样的处理规则用于处理横板底面反射波信号，从而消除焊缝表面形貌的影响。根据处理后的扫描信号生成焊缝扫描图像。进一步，将检测的扫描信号输出生成焊缝区域表面反射波特征信息，此特征信息包含每个点的反射波幅值信息和位置信息。如焊缝表面形貌无凹凸不平的变化，其反射波高为期望的 100%，因表面形貌变化，其反射波高度会有高低变化，将每个位置的反射波高度与 100%进行比较计算，得出相对增益值。

再进一步，将扫描信号输出生成焊缝区域熔合面的反射波特征信息，利用表面波归一化所得的相对增益值对该数据中的每个位置对应的反射波高度进行相应的增益计算，得到表面波归一化后熔合面的反射波特征信息，根据该数据生成处理后的扫描图像(等同于上述第二扫描图像)。接着，在处理后的扫描图像上测量焊缝熔宽，焊缝的边界根据对比块检测结果确定，对于该 T 型电子束焊缝，以反射波高度 10%作为焊缝边界，两个边界之间垂直连线的长度即为焊缝熔宽。

另外，在本申请实施例所提供的方案中，用超声波扫描检测系统 11 检测对比块以及待测产品上的焊缝熔宽时，需用超声波扫描检测系统 11 中的超声探头垂直焊缝表面，声波垂直焊缝表面入射，设置两个闸门，一个采集焊缝表面回波信号，一个采集横板底面回波信号，记录其扫描信号(例如，全波 A 扫描信号)，并基于扫描信号生成扫描图像(例如 C 扫描图像)。然后，分析扫描图像确定出焊缝参数(例如，焊缝熔合边界、焊缝熔宽)。

本申请实施例所提供的方案中，借助超声波扫描检测系统，对待测产品的电子束焊缝进行自动检测，可一次性检测多条焊缝。另外，根据扫描图像对所各反射波信号进行归一化处理得到处理后的扫描图像，即本申请实施例所提供的方案采用表面反射波监测技术对焊缝表面形貌的变化进行监测并根据形貌变化情况对入射声波能量进行补偿，使得到达焊缝熔合面处的声波能量均匀，进而消除表面形貌变化对检测结果的影响，实现焊缝熔宽的精确测量。

显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求书

1 .一种 T 型电子束焊缝熔宽的检测方法，其特征在于，包括：

通过超声波扫描检测系统对预设的对比试块进行检测确定出焊缝熔合边界，其中，所述对比试块与待测产品的产品参数以及焊缝参数均相同；

通过超声波扫描检测系统采集待测产品所对应的第一扫描信号，根据所述第一扫描信号生成焊缝表面反射波第一扫描图像，其中，所述第一扫描信号包括各个焊缝表面的反射波信号；

根据所述第一扫描图像对所述第一扫描信号中各反射波信号进行归一化处理得到第二扫描信号，根据第二扫描信号生成第二扫描图像；根据所述焊缝边界参数以及所述第二扫描图像测量焊缝熔宽。

2 .如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，通过超声波扫描检测系统对预设的对比试块进行检测确定出焊缝边界，包括：

将超声波扫描检测系统中超声探头放置于垂直对比试块的焊缝处，并垂直于对比试块的焊缝表面入射超声波；

调整超声波参数以采集到所述对比试块上指定槽宽的焊缝表面反射波信号，根据所述指定槽宽的焊缝表面反射波信号生成第三扫描图像；

分析所述第三扫描图像确定出焊缝熔合边界。

3 .如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，分析所述第三扫描图像确定出焊缝熔合边界，包括：

分析所述第三扫描图像确定出反射波的高度；

将所述反射波的高度乘以指定比例的结果作为所述焊缝熔合边界。

4 .如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，通过超声波扫描检测系统采

集待测产品所对应的第一扫描信号，包括：

将超声波扫描检测系统中超声探头放置于垂直待测产品的焊缝处，并垂直于待测产品的焊缝表面入射超声波；

采集待测产品各焊缝表面反射波信号以及横板底面反射波信号得到第一扫描信号。

5 .如权利要求 1～4 任一项所述的方法，其特征在于，所述对比试块设置有 0mm、0 .2mm、0 .4mm、0 .6mm 以及 0 .8mm 多种槽宽的焊缝；其中，指定焊缝为 0 .4mm 槽宽的焊缝。

6 .如权利要求 1～4 任一项所述的方法，其特征在于，根据所述第一扫描图像对所述第一扫描信号中各反射波信号进行归一化处理得到第二扫描信号，包括：

根据所述第一扫描图像上确定所述第一扫描信号的扫描数据，基于所述扫描数据生成焊缝表面反射波的特征信息，其中，所述特征信息包括焊缝表面每个点的反射波的幅值信息和位置信息；

将每个点对应的反射波的特征信息与指定值进行比较计算得到相对增益值，根据所述每个点的相对增益值得到所述第二扫描信号。

7 .如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，根据第二扫描信号生成第二扫描图像，包括：根据所述第二扫描信号中每个点的相对增益值对其对应的反射波高度进行增益计算，得到归一化的反射波特征信息；

根据所述归一化的反射波特征信息生成所述第二扫描图像。

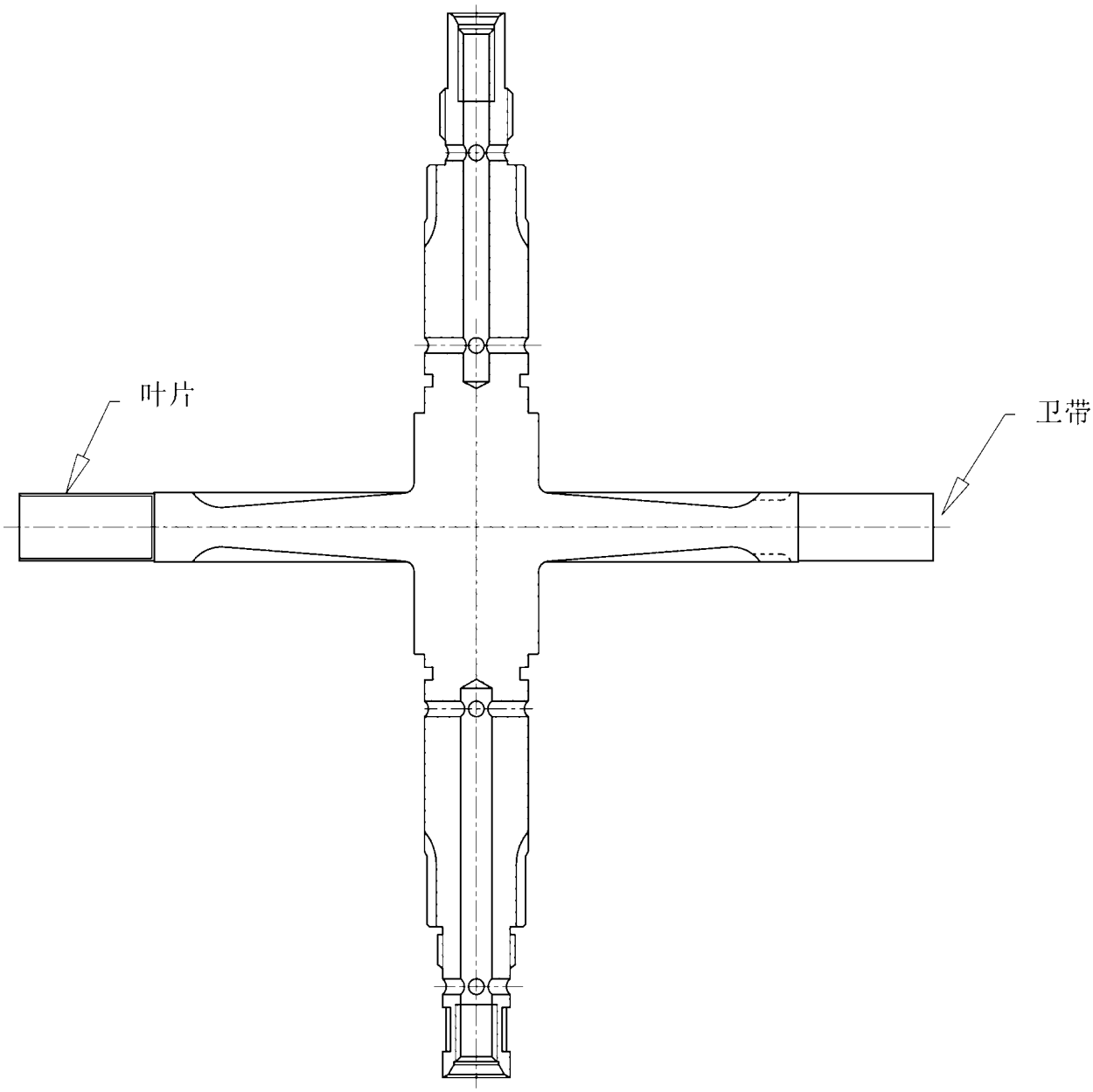


图 1

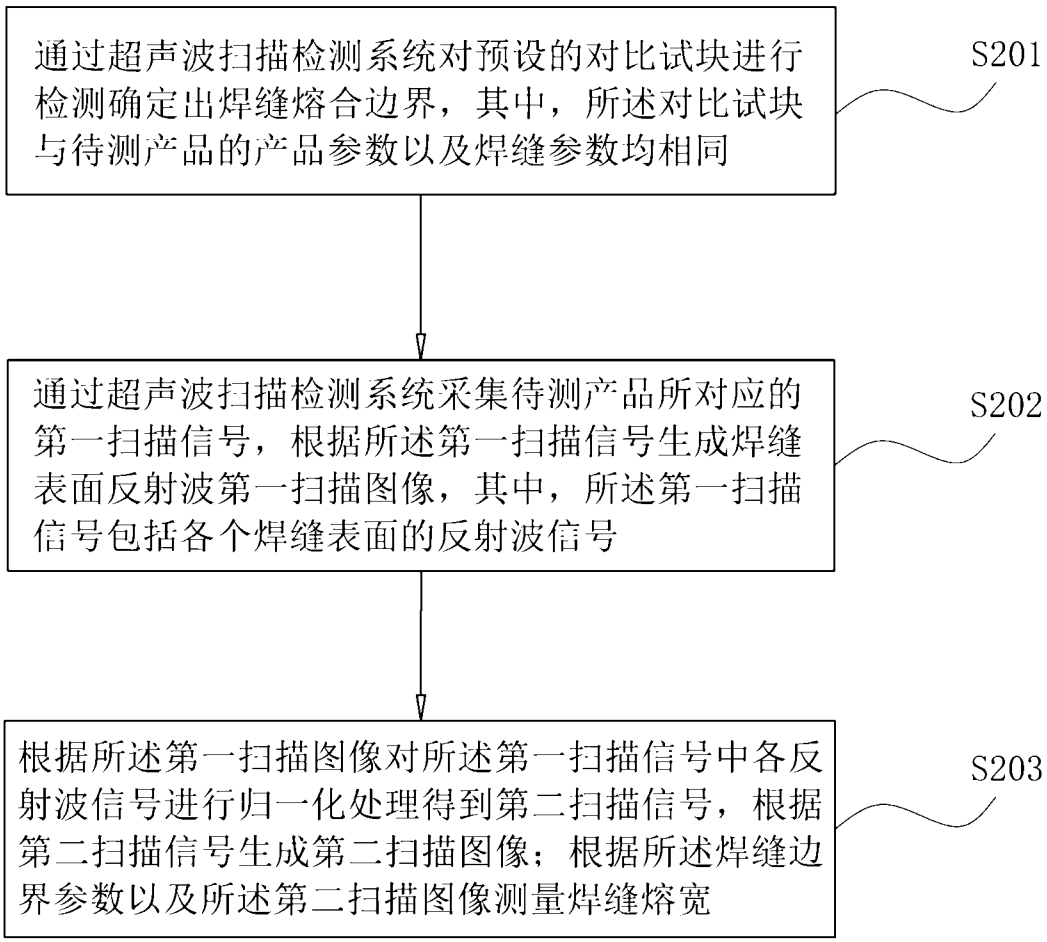

通过超声波扫描检测系统对预设的对比试块进行检测确定出焊缝熔合边界，其中，所述对比试块与待测产品的产品参数以及焊缝参数均相同
S201
通过超声波扫描检测系统采集待测产品所对应的第一扫描信号，根据所述第一扫描信号生成焊缝表面反射波第一扫描图像，其中，所述第一扫描信号包括各个焊缝表面的反射波信号
S202
根据所述第一扫描图像对所述第一扫描信号中各反射波信号进行归一化处理得到第二扫描信号，根据第二扫描信号生成第二扫描图像；根据所述焊缝边界参数以及所述第二扫描图像测量焊缝熔宽
S203

图 2

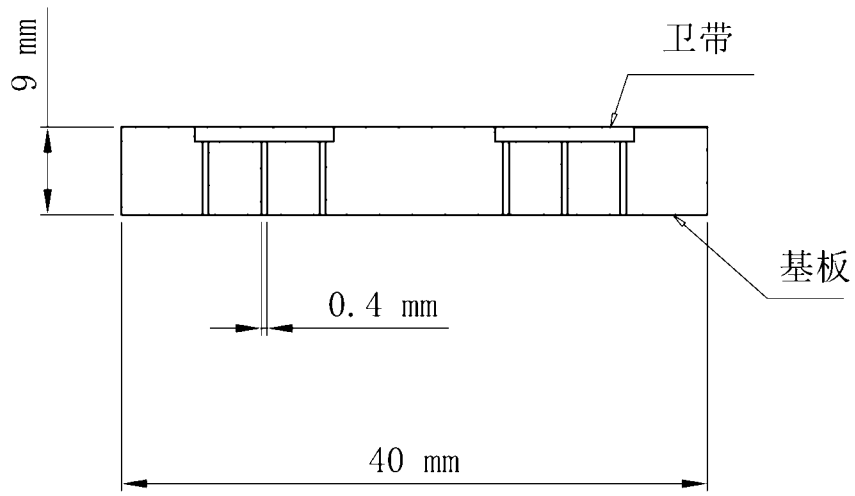

9 mm
卫带
基板
0.4 mm
40 mm

图 3

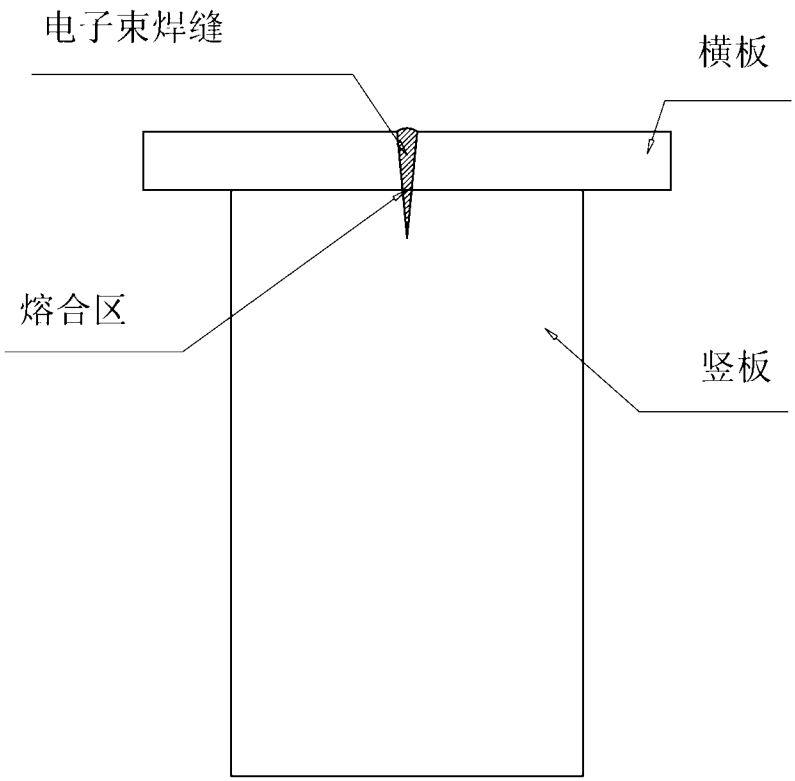


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/113166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B15/00(2006.01)i; G01N29/04(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)

IPC: G01B 15,G01B17,G01N29, G01N2291,

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)

CNTXT, ENTXTC, WPABSC, ENTXT, VEN, DWPI, CNKI: 超声, 超声波, 焊接, 焊缝, 熔宽, 宽度, 熔合宽度, 对比, 参比, 对照, 试样, 试块, 形貌, 形状, 归一化, ultrasonic, welding, weld?, gap width, standard, test, sample, block, normaliz+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 115930851 A (XI'AN AEROSPACE ENGINE CO., LTD.) 07 April 2023 (2023-04-07) claims 1-7, and description, paragraphs 0004-0039, and figures 1-4	1-7
Y	CN 108508087 A (CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.) 07 September 2018 (2018-09-07) description, paragraphs 0023-0114, and figures 1-8	1-7
Y	CN 113484423 A (CHINA RAILWAY SHANHAIGUAN BRIDGE GROUP CO., LTD.) 08 October 2021 (2021-10-08) description, paragraphs 0007-0023, and figures 1-6	1-7
A	WO 2014180262 A1 (JIANGSU FASTEN MATERIAL ANALYSIS & INSPECTION CO., LTD.) 13 November 2014 (2014-11-13) entire document	1-7
A	JP 2012021918 A (SUZUKI MOTOR CORP.) 02 February 2012 (2012-02-02) entire document	1-7
A	KR 20090085752 A (DONG YANG INSPECTION TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 August 2009 (2009-08-10) entire document	1-7

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
05 December 2023	**06 December 2023**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 202533417 U (HUADIAN ZHENGZHOU MECHANICAL DESIGN INSTITUTE CO., LTD.) 14 November 2012 (2012-11-14) entire document	1-7
A	CN 105021142 A (INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 04 November 2015 (2015-11-04) entire document	1-7
A	CN 112213385 A (INSTITUTE OF METAL RESEARCH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 12 January 2021 (2021-01-12) entire document	1-7
A	CN 113607813 A (NANCHANG HANGKONG UNIVERSITY) 05 November 2021 (2021-11-05) entire document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/113166

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 115930851 A	07 April 2023	None	
CN 108508087 A	07 September 2018	None	
CN 113484423 A	08 October 2021	None	
WO 2014180262 A1	13 November 2014	None	
JP 2012021918 A	02 February 2012	None	
KR 20090085752 A	10 August 2009	KR 100927249 B1	16 November 2009
CN 202533417 U	14 November 2012	None	
CN 105021142 A	04 November 2015	None	
CN 112213385 A	12 January 2021	None	
CN 113607813 A	05 November 2021	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/113166

A. 主题的分类

G01B15/00(2006.01)i；G01N29/04(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)

IPC：G01B 15,G01B17,G01N29, G01N2291,

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））

CNTXT,ENTXTC,WPABSC,ENTXT,VEN,DWPI,CNKI:超声,超声波,焊接,焊缝,熔宽,宽度,熔合宽度,对比,参比,对照,试样,试块,形貌,形状,归一化,ultrasonic, welding, weld?, gap width, standard ,test ,sample, block, normaliz+

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 115930851 A (西安航天发动机有限公司) 2023年4月7日 (2023 - 04 - 07) 权利要求1-7，说明书第0004-0039段，附图1-4	1-7
Y	CN 108508087 A (中车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2018年9月7日 (2018 - 09 - 07) 说明书第0023-0114段，附图1-8	1-7
Y	CN 113484423 A (中铁山桥集团有限公司) 2021年10月8日 (2021 - 10 - 08) 说明书第0007-0023段，附图1-6	1-7
A	WO 2014180262 A1 (JIANGSU FASTEN MATERIAL ANALYSIS & INSPECTION CO LTD) 2014年11月13日 (2014 - 11 - 13) 全文	1-7
A	JP 2012021918 A (SUZUKI MOTOR CORP) 2012年2月2日 (2012 - 02 - 02) 全文	1-7
A	KR 20090085752 A (DONG YANG INSPECTION TECHNOLOG) 2009年8月10日 (2009 - 08 - 10) 全文	1-7

☑ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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	国际检索报告邮寄日期
2023年12月5日	2023年12月6日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 徐丹 电话号码 (+86) 010-62085172

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 202533417 U (华电郑州机械设计研究院有限公司) 2012年11月14日 (2012 - 11 - 14) 全文	1-7
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	1-7
A	CN 112213385 A (中国科学院金属研究所) 2021年1月12日 (2021 - 01 - 12) 全文	1-7
A	CN 113607813 A (南昌航空大学) 2021年11月5日 (2021 - 11 - 05) 全文	1-7

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/113166

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 115930851 A	2023年4月7日	无	
CN 108508087 A	2018年9月7日	无	
CN 113484423 A	2021年10月8日	无	
WO 2014180262 A1	2014年11月13日	无	
JP 2012021918 A	2012年2月2日	无	
KR 20090085752 A	2009年8月10日	KR 100927249 B1	2009年11月16日
CN 202533417 U	2012年11月14日	无	
CN 105021142 A	2015年11月4日	无	
CN 112213385 A	2021年1月12日	无	
CN 113607813 A	2021年11月5日	无	