(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118159833 A
(43)申请公布日 2024.06.07

(21)申请号 202280072028.9
(22)申请日 2022.09.16
(30)优先权数据
2021-176336 2021.10.28 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.04.25
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/034803 2022.09.16
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/074184 JA 2023.05.04
(71)申请人 松下知识产权经营株式会社
地址 日本大阪府
(72)发明人 江口晴辉 吉田成志 西本智隆
(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
专利代理师 柯瑞京
(51)Int.Cl.
G01N 21/88(2006.01)
G06T 7/00(2017.01)

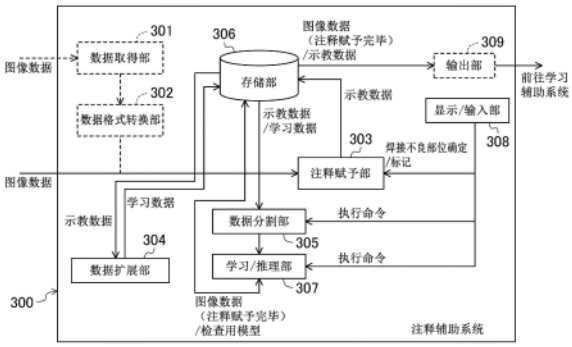
权利要求书2页 说明书17页 附图17页

(54)发明名称

注释辅助系统以及利用了该注释辅助系统的外观检查用模型的学习辅助系统

(57)摘要

注释辅助系统(300)具备对焊接部位(201)的外观检查用的图像数据赋予注释的注释赋予部(303)、以及使注释赋予部(303)中的处理可视化并加以显示的显示/输入部(308)。注释辅助系统(300)具备保存赋予注释后的图像数据的存储部(306)。注释赋予部(303)构成为通过确定图像数据中的焊接不良部位(210)并对焊接不良部位(210)标记焊接不良的种类而对图像数据赋予注释。



CN 118159833 A

1.一种注释辅助系统,是在焊接部位的外观检查中使用的图像数据的注释辅助系统,其特征在于,

所述注释辅助系统至少具备:

注释赋予部,其对所述图像数据赋予注释;

显示/输入部,其使由所述注释赋予部进行的处理可视化并加以显示;以及

存储部,其保存由所述注释赋予部赋予了注释的所述图像数据,

所述注释赋予部确定所述图像数据中的焊接不良部位,并且对所述焊接不良部位标记焊接不良的种类,由此对所述图像数据赋予注释。

2.根据权利要求1所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述图像数据是三维空间上的点云数据。

3.根据权利要求2所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述显示/输入部构成为能够使所述图像数据在规定的方向上旋转或放大或缩小并加以显示,并且,构成为能够变更所述图像数据的显示形式并加以显示,以便提高所述图像数据的视觉确认性。

4.根据权利要求2或3所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述显示/输入部在所述图像数据的操作成为高负荷的情况下,以规定的比率从所述图像数据中抽稀数据并加以显示。

5.根据权利要求4所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述图像数据的操作成为高负荷的情况是所述图像数据的移动、旋转、放大或缩小时,或者对所述图像数据的注释赋予时。

6.根据权利要求1至5中任一项权利要求所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述存储部还保存有确定了所述焊接不良部位的位置和大小并且对所述焊接不良部位预先赋予了焊接不良的种类的示教数据,

基于所述示教数据,对新取得的所述图像数据赋予注释。

7.根据权利要求6所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述注释辅助系统还具备:

数据分割部,其将所述图像数据和所述示教数据分别分割为规定的大小;以及

学习/推理部,设置有在对所述图像数据的注释赋予中使用的检查用模型,

所述学习/推理部基于所述示教数据和所述检查用模型,对新取得的所述图像数据赋予注释。

8.根据权利要求7所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述学习/推理部基于分别分割后的所述图像数据和所述示教数据,对所述检查用模型进行机器学习,生成多个学习完毕模型,并且,

按照规定的评价基准来评价所述多个学习完毕模型,将所述检查用模型更新为成绩最好的学习完毕模型。

9.根据权利要求8所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述注释辅助系统还具备数据扩展部,该数据扩展部基于所述示教数据进行数据扩展处理,生成多个学习数据,

所述学习/推理部基于分别分割后的所述多个学习数据,对新取得的所述图像数据赋

予注释。

10.根据权利要求9所述的注释辅助系统,其特征在于,

在分别分割后的所述图像数据和所述学习数据中包含无数据区域的情况下,

所述数据分割部对所述无数据区域代入分割完毕的所述图像数据和所述学习数据中的最小值,或者对所述无数据区域代入离所述无数据区域最近的区域的数据值。

11.根据权利要求9或10所述的注释辅助系统,其特征在于,

在所述学习/推理部做出了在所述图像数据中在不存在所述焊接部位的区域存在所述焊接不良部位的推理的情况下,

所述学习/推理部不使所述图像数据反映推理结果,或者变更所述图像数据中的所述焊接不良部位的大小和位置,以便在所述图像数据中仅包含所述焊接部位。

12.根据权利要求9至11中任一项权利要求所述的注释辅助系统,其特征在于,

所述存储部还保存有所述检查用模型和所述学习数据。

13.根据权利要求1至12中任一项权利要求所述的注释辅助系统,其特征在于,

在所述图像数据中包含所述焊接不良部位的图像的情况下,

在所述显示/输入部上用框线包围所述焊接不良部位,

通过在用所述框线包围出的区域进行与焊接不良的种类相应的颜色标注和编号标注中的至少一方,从而对所述焊接不良部位标记焊接不良的种类。

14.一种学习辅助系统,是焊接部位的外观检查用模型的学习辅助系统,其特征在于,

所述学习辅助系统至少具备:

数据取得部,其取得所述焊接部位的图像数据;

权利要求1至13中任一项权利要求所述的注释辅助系统;

存储部,其至少保存由所述注释辅助系统基于已被赋予了注释的所述图像数据而生成的多个学习数据和所述外观检查用模型;

数据分割部,其将所述多个学习数据分别分割为规定的大小;

存储部,其保存分割后的所述学习数据和所述外观检查用模型;

学习部,其基于由所述数据分割部分别分割后的所述多个学习数据、以及从所述数据取得部取得且由所述数据分割部分割为所述规定的大小的所述图像数据,对从所述存储部读出的所述外观检查用模型进行机器学习,生成多个学习完毕模型;以及

评价部,其按照规定的评价基准来评价所述多个学习完毕模型,选择成绩最好的学习完毕模型。

15.根据权利要求14所述的学习辅助系统,其特征在于,

所述评价部将所述外观检查用模型更新为选择出的学习完毕模型,或者,

所述学习辅助系统还具备更新部,该更新部将所述外观检查用模型更新为由所述评价部选择出的学习完毕模型。

16.根据权利要求14或15所述的学习辅助系统,其特征在于,

所述学习辅助系统还具备数据扩展部,该数据扩展部基于已被赋予了注释的所述图像数据进行数据扩展处理,生成所述多个学习数据。

注释辅助系统以及利用了该注释辅助系统的外观检查用模型的学习辅助系统

技术领域

[0001] 本公开涉及在焊接部位的外观检查中使用的图像数据的注释辅助系统以及利用了该注释辅助系统的外观检查用模型的学习辅助系统。

背景技术

[0002] 以往,公开了如下的外观检查装置:在进行物品或物品的加工部位的外观检查时,基于通过使用学习用图像进行机器学习而得到的特征量或外观检查用模型,利用拍摄到的检查对象的检查图像进行该检查对象的外观检查(例如参照专利文献1~4)。

[0003] 另外,在专利文献5、6中,公开了如下的例子:在得到前述的特征量或外观检查用模型时,使用学习用图像以及对该学习用图像进行数据扩展而得到的学习数据进行机器学习。

[0004] 专利文献1:日本公开专利公报特开2020-030695号公报

[0005] 专利文献2:日本公开专利公报特开2020-042669号公报

[0006] 专利文献3:日本公开专利公报特开2020-042755号公报

[0007] 专利文献4:日本公开专利公报特开2020-115311号公报

[0008] 专利文献5:国际公开第2020/129617号

[0009] 专利文献6:国际公开第2020/129618号

发明内容

[0010] -发明要解决的技术问题-

[0011] 以往,编入了通过机器学习而强化的外观检查用模型的外观检查用软件(以下仅称为外观检查用软件)大多通常被公开。例如,即便是针对人工智能(Artificial Intelligence;以下仅称为AI)或机器学习不具有特殊知识的作业者,也能够利用该软件。

[0012] 另一方面,在使用外观检查用软件判定焊接不良的有无等时,在机器学习中需要使用预先确定了焊接不良的位置、大小和种类的焊接部位的图像数据(以下有时称为示教数据)。另外,在制作该示教数据时,对焊接技术熟练的焊接作业者需要目视焊接部位的图像数据,确定焊接不良的位置、大小和种类,将确定出的信息附加于图像数据。

[0013] 但是,在焊接作业中,焊接部位或焊接不良的大小大多小到十几mm以下。另外,焊接不良大多具有凹凸。通过目视来解析这样的与微小部分相关的三维图像数据会增加焊接作业者的负担。另外,为了提高机器学习的精度,需要制作一定数量以上的示教数据,但由焊接作业者自己全部进行的话工时会增加,并且给焊接作业者带来的精神负担变高。

[0014] 另外,前述的以往的外观检查用软件难以处理三维数据,在大多情况下都需要进行一些修改。另外,在机器学习用的数据的预处理功能和机器学习功能分别由单独的软件实现的情况下,为了处理三维数据,需要修改各个软件,修改作业需要很多的时间。

[0015] 但是,由缺乏AI或机器学习的知识的作业者单独进行这些作业时,是没有效率的,

需要很多的时间。

[0016] 本公开是鉴于这样的方面而完成的,其目的在于,提供一种焊接作业者尤其是缺乏AI或机器学习的知识的焊接作业者能够容易地对图像数据中的焊接部位进行注释赋予的注释辅助系统以及利用了该注释辅助系统的外观检查用模型的学习辅助系统。

[0017] -用以解决技术问题的技术方案-

[0018] 为了实现上述目的,本公开的注释辅助系统是在焊接部位的外观检查中使用的图像数据的注释辅助系统,其特征在于,所述注释辅助系统至少具备:注释赋予部,其对所述图像数据赋予注释;显示/输入部,其使由所述注释赋予部进行的处理可视化并加以显示;以及存储部,其保存由所述注释赋予部赋予了注释的所述图像数据,所述注释赋予部确定所述图像数据中的焊接不良部位,并且对所述焊接不良部位标记焊接不良的种类,由此对所述图像数据赋予注释。

[0019] 本公开的外观检查用模型的学习辅助系统是焊接部位的外观检查用模型的学习辅助系统,其特征在于,所述学习辅助系统至少具备:数据取得部,其取得所述焊接部位的图像数据;所述注释辅助系统;存储部,其至少保存由所述注释辅助系统基于已被赋予了注释的所述图像数据而生成的多个学习数据和所述外观检查用模型;数据分割部,其将所述多个学习数据分别分割为规定的大小;存储部,其保存分割后的所述学习数据和所述外观检查用模型;学习部,其基于由所述数据分割部分别分割后的所述多个学习数据、以及从所述数据取得部取得且由所述数据分割部分割为所述规定的大小的所述图像数据,对从所述存储部读出的所述外观检查用模型进行机器学习,生成多个学习完毕模型;以及评价部,其按照规定的评价基准来评价所述多个学习完毕模型,选择成绩最好的学习完毕模型。

[0020] -发明的效果-

[0021] 根据本公开,缺乏AI或机器学习的知识的焊接作业者能够容易地对图像数据中的焊接部位进行注释赋予。另外,该焊接作业者能够简便地进行外观检查用模型的生成或更新。

附图说明

[0022] 图1是第一实施方式的外观检查用模型的学习辅助系统的概要结构图。

[0023] 图2是注释辅助系统的概要结构图。

[0024] 图3是示出注释的赋予过程的流程图。

[0025] 图4A是示出焊接不良的一例的剖面示意图。

[0026] 图4B是示出焊接不良的另一例的剖面示意图。

[0027] 图4C是示出焊接不良的又一例的剖面示意图。

[0028] 图4D是示出焊接不良的再一例的平面示意图。

[0029] 图5A是示出焊接部位的图像显示的一例的图。

[0030] 图5B是示出焊接部位的图像显示的另一例的图。

[0031] 图6是示出焊接部位的旋转显示的一例的图。

[0032] 图7A是示出在显示/输入部上的注释赋予的一例的图。

[0033] 图7B是示出在显示/输入部上的注释赋予的另一例的图。

[0034] 图8是示出针对不同种类的焊接不良的标记的一例的图。

[0035] 图9是示出第二实施方式的注释的赋予过程的流程图。

[0036] 图10A是示出数据扩展过程的一例的示意图。

[0037] 图10B是示出数据扩展过程的另一例的示意图。

[0038] 图11A是示出图像数据的分割过程的一例的示意图。

[0039] 图11B是示出图像数据的分割过程的另一例的示意图。

[0040] 图12是示出图像数据的插值过程的一例的示意图。

[0041] 图13A是示出注释的修正过程的一例的示意图。

[0042] 图13B是示出注释的修正过程的一例的示意图。

[0043] 图14是示出检查用模型的更新过程的流程图。

具体实施方式

[0044] 以下,基于附图对本公开的实施方式详细进行说明。以下优选的实施方式的说明本质上只不过是示例而已,完全没有对本发明、本发明的应用对象或本发明的用途加以限制的意图。

[0045] (第一实施方式)

[0046] [外观检查用模型的学习辅助系统]

[0047] 图1示出外观检查用模型的学习辅助系统的概要结构图,学习辅助系统100具有多个功能块,包括公知的计算机作为构成要素。通过执行安装在计算机所包含的CPU(Central Processing Unit)或GPU(Graphics Processing Unit)上的软件,来构成学习辅助系统100内的多个功能块,并且各功能块动作。

[0048] 学习辅助系统100具有数据取得部101、数据格式转换部102、数据扩展部104以及数据分割部105作为功能块。另外,学习辅助系统100具有学习部107、评价部108以及更新部109作为功能块。另外,学习辅助系统100具有存储部106和显示/输入部110作为功能块。

[0049] 数据取得部101从外部例如未图示的外观检查装置取得焊接部位201(例如参照图4A～4D)的图像数据。这里,图像数据是三维地拍摄焊接部位201及其周围的区域的形状而得到的点云数据,即三维空间上的数据。

[0050] 数据格式转换部102将由数据取得部101取得的图像数据转换成能够由学习部107处理的形式。需要说明的是,如果由数据取得部101取得的图像数据已经是能够由学习部107处理的形式,则可以省略数据格式转换部102。

[0051] 数据扩展部104基于由之后详述的注释辅助系统300赋予了注释的图像数据进行数据扩展处理,生成多个学习数据。需要说明的是,本申请说明书中的“注释的赋予”是指,对图像数据赋予焊接不良部位210(参照图4A～4D)的有无信息,并且在图像数据上确定焊接不良部位210的位置或大小以及对焊接不良部位210标记焊接不良的种类(例如,凹坑、污点、开孔、底切、飞溅物等)。

[0052] 需要说明的是,数据扩展处理也可以在学习辅助系统100的外部执行。在该情况下,数据扩展部104被安装在位于学习辅助系统100的外部的其他软件中,在数据扩展处理后生成的多个学习数据经由有线或无线通信保存于存储部106。

[0053] 数据分割部105将从存储部106读出的多个学习数据分别分割为在进行学习部107中的机器学习时预先决定的数据大小。另外,数据分割部105将由数据取得部101取得且由

注释辅助系统300赋予了注释的图像数据分割为在进行学习部107中的机器学习时预先决定的数据大小。

[0054] 存储部106由RAM或SSD等半导体存储器或硬盘等构成。存储部106也可以构筑在服务器上。

[0055] 存储部106至少保存预先制作出的一个或多个外观检查用模型和由数据扩展部104生成的学习数据。需要说明的是,虽然未图示,但由数据分割部105分割后的学习数据也保存在存储部106中。另外,在存储部106中还保存有过去生成的学习数据。

[0056] 这里,外观检查用模型是分别进行了加权的多个识别器的组合,是公知的物体检测算法。例如,由CNN(Convolutional Neural Network;卷积神经网络)、YOLO(You Only Look Onee)、Faster R-CNN(Regions with Convolutional Neural Networks)等表现。

[0057] 本申请说明书中的外观检查用模型是记述了判定焊接不良的有无或种类所需的数值组的文件,也称为权重文件。外观检查用模型(权重文件)是基于前述的示教数据由学习辅助系统100生成的。另外,该外观检查用模型被编入到未图示的外观检查装置,用于焊接部位201的外观检查。需要说明的是,在焊接部位201的外观检查结果存在错误等的情况下,由学习辅助系统100再次进行机器学习,由此更新外观检查用模型。

[0058] 学习部107由一个或多个GPU构成。学习部107基于由数据分割部105分别分割后的多个学习数据和新输入的图像数据,对外观检查用模型进行机器学习,生成多个学习完毕模型。具体而言,在学习部107中安装有公知的推理引擎,例如作为物体检测算法的YOLO。将从存储部106调用的外观检查用模型(权重文件)设置于学习部107。将分别分割后的多个学习数据和图像数据输入到学习部107,对推理引擎进行机器学习。例如,在每次重复学习的重复次数达到规定的次数时,学习部107生成学习完毕模型(权重文件),所生成的学习完毕模型每次都保存于存储部106。重复执行一系列处理,直至重复次数成为固定值。需要说明的是,也可以将其他的推理引擎安装于学习部107。

[0059] 评价部108按照规定的评价基准来评价由学习部107生成的多个学习完毕模型,选择成绩最好的学习完毕模型。在本实施方式中,通过以下所示的考虑方法来设定评价基准。

[0060] 根据将示教数据输入到学习完毕模型的检测结果与示教数据中的实际的评价结果的相关结果,来判断学习完毕模型的好坏,该实际的评价结果换言之是焊接作业者对图像数据赋予了注释的结果。在学习完毕模型中的检测结果与示教数据中的实际的评价结果一致的情况下,评价为该学习完毕模型是良好的。在学习完毕模型中的检测结果与示教数据中的实际的评价结果不一致的情况下,评价为该学习完毕模型是产生误检测的模型,即是不良的。

[0061] 需要说明的是,在本申请说明书中,“焊接作业者”不仅是实际上进行焊接作业的人,也包括焊接作业的管理者、未图示的外观检查装置或焊接装置的管理者。

[0062] 在焊接部位201的检查中,尤其是相对于在学习完毕模型的检测结果中设为未发生焊接不良而在示教数据中的实际的评价结果中发生了焊接不良的情况,是问题所在。这是因为,在该情况下,在使用了外观检查用模型的外观检查中,产生了焊接不良的检测遗漏之故。为了不产生该检测遗漏,采用检测率作为评价值。这里,“检测率”是指,示教数据中的实际的评价结果与将示教数据输入到学习完毕模型而得到的检测结果重叠的程度。换言之,作为评价值的检测率是指,实际的评价结果相对于输入到学习完毕模型而得到的检测

结果的一致程度。检测率越高,则可以说所评价的学习完毕模型越是良好的。

[0063] 也就是说,评价部108从由学习部107生成的多个学习完毕模型(权重文件)中选择检测率最高的学习完毕模型(权重文件)作为外观检查用模型。

[0064] 更新部109将外观检查用模型更新为由评价部108选择出的学习完毕模型,并且将更新后的外观检查用模型保存于存储部106。需要说明的是,更新后的外观检查用模型在被赋予了与原始的外观检查用模型不同的文件名之后,被保存于存储部106。另外,更新部109也可以具有输出部的功能,该输出部将由评价部108选择出的学习完毕模型作为外观检查用模型向学习辅助系统100的外部输出。另外,也可以具有以下输出部的功能:不仅仅将外观检查用模型向学习辅助系统100的外部输出,还将该外观检查用模型编入前述的外观检查用软件并进行更新,向学习辅助系统100的外部输出。在该情况下,更新前的外观检查用软件被预先保存于存储部106。需要说明的是,更新部109的功能也可以编入到评价部108。

[0065] 需要说明的是,优选一个学习完毕模型及其生成所使用的数据组分别建立关联地作为一个序列数据组保存于存储部106。在数据组中,包括用于学习的学习数据、记述了数据分割过程的数据文件、记述了评价方法的数据文件。另外,在序列数据组中,包括外观检查用模型的生成或更新时的日志数据。例如,也包括生成、更新处理时的全部条件、在各处理时输入的命令等。另外,记述了学习结果或评价结果的数据文件也包含在序列数据组中。

[0066] 一个序列数据组被作为一个序列文件夹进行保存和管理。通过这种方式,在起动学习辅助系统100进行外观检查用模型的更新等的情况下,也能够在显示/输入部110上选择所希望的序列文件夹,在显示于画面之后直接利用或变更后加以利用。需要说明的是,在数据管理上,对各个序列文件夹赋予了名称或编号。

[0067] 另外,由于序列文件夹内的数据被保存为文本数据,因此,使用学习辅助系统100的焊接作业者也能够根据需要直接确认序列文件夹内的数据,例如,前述的全部条件。

[0068] 显示/输入部110例如由彩色画面的触摸面板显示器构成。作为输入设备,还可以附加触摸笔。需要说明的是,显示/输入部110也可以由公知的液晶显示器或有机EL显示器、向学习辅助系统100输入的输入设备例如鼠标和键盘构成。

[0069] 显示/输入部110构成为显示用于评价外观检查用模型的数据及外观检查用模型的更新处理的状况,并且能够在画面上选择包括该数据的序列数据组。

[0070] 进一步说,显示/输入部110具有用于至少在执行前述的数据分割、学习及评价时输入执行命令的输入部的功能。另外,显示/输入部110也可以是用于在执行外观检查用模型的更新处理时输入执行命令的输入部。

[0071] 另外,显示/输入部110具有用于显示至少在执行前述的数据分割、学习及评价时使用的数据文件组的文件名的显示部的功能。另外,显示/输入部110也可以是用于显示在执行外观检查用模型的更新处理时使用的数据文件组的文件名的显示部。

[0072] [注释辅助系统的结构]

[0073] 图2示出注释辅助系统的概要结构图,注释辅助系统300具有多个功能块,包括公知的计算机作为构成要素。通过执行安装在计算机所包含的CPU或GPU上的软件,来构成注释辅助系统300内的多个功能块,并且各功能块动作。

[0074] 注释辅助系统300具有数据取得部301、数据格式转换部302以及注释赋予部303作为功能块。另外,注释辅助系统300具有数据扩展部304、数据分割部305、存储部306以及学

习/推理部307作为功能块。另外,注释辅助系统300具有显示/输入部308和输出部309作为功能块。但是,如后所述,能够省略输出部309。

[0075] 数据取得部301和数据格式转换部302分别具有与图1所示的数据取得部101和数据格式转换部102同样的功能。即,数据取得部301从外部取得焊接部位201的图像数据。数据格式转换部302将由数据取得部301取得的图像数据转换成能够由学习/推理部307处理的形式。需要说明的是,如前述那样,可以省略数据格式转换部302。

[0076] 注释赋予部303对图像数据赋予注释。具体而言,将在图像数据中确定出的焊接不良部位210的位置、大小或种类的信息附加于该图像数据。需要说明的是,图像数据中的焊接不良部位210的位置、大小的确定以及焊接不良的种类的标记由对焊接作业熟练的焊接作业者经由显示/输入部308来进行。之后详述注释的赋予过程。

[0077] 数据扩展部304、数据分割部305以及存储部306分别具有与图1所示的数据扩展部104、数据分割部105以及存储部106同样的功能。

[0078] 数据扩展部304基于由注释赋予部303赋予了注释的图像数据即示教数据进行数据扩展处理,生成多个学习数据。数据分割部305将示教数据以及从存储部306读出的多个学习数据分别分割为在进行学习/推理部307中的机器学习时预先决定的数据大小。

[0079] 存储部306与图1所示的存储部106同样地由RAM或SSD等半导体存储器或硬盘等构成。

[0080] 存储部306至少保存预先制作出的一个或多个示教数据以及由数据扩展部304生成的学习数据。需要说明的是,虽然未图示,但由数据分割部305分割后的学习数据也被保存于存储部306。另外,在存储部306中还保存有过去生成的学习数据。另外,存储部306保存有一个或多个后述的检查用模型。本申请说明书中的“检查用模型”是在后述的注释的半自动赋予时使用的模型,与前述的外观检查用模型的称呼区分开。但是,与外观检查用模型同样,检查用模型也是公知的物体检测算法。即,检查用模型是分别进行了加权的多个识别器的组合,例如由CNN、YOLO、Faster R-CNN等表现。检查用模型是记述了在注释赋予时判定图像数据所包含的焊接不良部位210的位置、大小或种类所需的数值组的权重文件。检查用模型(权重文件)是由注释辅助系统300基于预先制作出的示教数据生成或更新的。

[0081] 学习/推理部307与图1所示的学习部107同样地由一个或多个GPU构成。学习/推理部307基于由数据分割部305分别分割后的多个学习数据和示教数据,对检查用模型进行机器学习,生成多个学习完毕模型。在学习/推理部307中例如安装有作为前述的物体检测算法的YOLO。将从存储部306调用的检查用模型(权重文件)设置于学习/推理部307。将分别分割后的多个学习数据和示教数据输入到学习/推理部307,对推理引擎进行机器学习。例如,在每次重复学习的重复次数达到规定的次数时,学习/推理部307便生成学习完毕模型,所生成的学习完毕模型每次都保存于存储部306。重复执行一系列处理,直至重复次数成为固定值。需要说明的是,也可以将其他的推理引擎安装于学习/推理部307。

[0082] 另外,学习/推理部307按照规定的评价基准来评价所生成的多个学习完毕模型,选择成绩最好的学习完毕模型作为检查用模型。该情况下的评价基准与前述同样地使用检测率。另外,如后所述,学习/推理部307将检查用模型更新为成绩最好的学习完毕模型,保存于存储部306。

[0083] 另外,学习/推理部307在对图像数据半自动地赋予注释的情况下,具有与注释赋

予部303同样的功能。即,将新取得的图像数据输入到检查用模型,进而基于从存储部306读出的分割完毕的学习数据、示教数据来赋予注释。另外,半自动地赋予了注释的图像数据在对其结果的妥当性进行了评价之后被保存于存储部306。对此之后详述。

[0084] 显示/输入部308具有与图1所示的显示/输入部110同样的结构,例如,由彩色画面的触摸面板显示器、公知的液晶显示器或有机EL显示器、鼠标以及键盘等构成。

[0085] 另外,显示/输入部308具有如下功能:在对焊接部位201赋予注释时,用框线包围焊接不良部位210并显示其结果,或者在框线的内部赋予与焊接不良的种类相应的颜色并显示其结果。另外,在显示/输入部308上,将图像数据保持着点云数据不变地进行三维空间显示,或者在显示/输入部308上,对图像数据进行平滑化处理并进行三维空间显示,上述显示是可以选择的。

[0086] 即,显示/输入部308具有使由注释赋予部303进行的处理可视化并加以显示的显示部的功能。另外,显示/输入部308具有用于对焊接部位201赋予注释的输入部的功能。另外,显示/输入部308具有用于向数据扩展部304、数据分割部305、学习/推理部307输入执行命令的输入部的功能。

[0087] 另外,显示/输入部308具有用于显示至少在执行前述的数据分割、学习或评价时使用的数据文件组的文件名的显示部的功能。

[0088] 输出部309将存储部306所保存的示教数据或注释赋予完毕的图像数据输出到注释辅助系统300的外部,例如学习辅助系统100。需要说明的是,如果是能够从学习辅助系统100直接访问存储部306的结构,则也可以不在注释辅助系统300的内部设置输出部309。

[0089] 需要说明的是,在图1所示的学习辅助系统100和图2所示的注释辅助系统300中,在分别具有的功能块中存在一部分或全部的功能相同或类似的块。如上所述,图1所示的数据取得部101和图2所示的数据取得部301的功能相同。同样,数据格式转换部102和数据格式转换部302的功能相同。数据扩展部104和数据扩展部304的功能相同。数据分割部105和数据分割部305的功能相同。

[0090] 另外,存储部106和存储部106的功能也相同。学习部107和学习/推理部307的机器学习功能也相同。显示/输入部110和显示/输入部308的处理命令的输入功能和处理结果的显示功能也相同。

[0091] 因此,学习辅助系统100和注释辅助系统300也可以在相同的计算机上实现。另外,在学习辅助系统100和注释辅助系统300中,具有相同或类似的功能的功能块也可以在相同的计算机上实现。另外,在这些情况下,构成计算机的硬件的一部分例如存储部106或存储部306也可以构筑在相同或彼此不同的服务器上。

[0092] [注释的赋予过程]

[0093] 图3示出注释的赋予过程的流程图。另外,图4A是示出焊接不良的一例的剖面示意图,图4B是示出焊接不良的另一例的剖面示意图,图4C是示出焊接不良的又一例的剖面示意图。图4D是示出焊接不良的再一例的平面示意图。

[0094] 在本实施方式中,说明焊接作业者经由显示/输入部308对图像数据直接赋予注释的例子。另外,在说明具体的赋予过程之前,对焊接不良的种类进行说明。

[0095] 在对工件200进行了电弧焊接或激光焊接的情况下,在作为焊接部的该焊接部位201处,由于焊接条件的设定的不良情况或使用低品质的工件200等,可能产生各种形状不

良。需要说明的是,在本实施方式中,焊接部位201是沿着焊接方向的长条形状的焊道(例如参照图4D),但不特别限定于此,焊接部位201也可以是点状的焊道。另外,焊接部位201也可以是具有曲线形状或弯折形状的焊道。

[0096] 例如,有时如图4A所示那样焊接部位201的一部分烧穿(以下,有时将焊接部位201的一部分从工件200烧穿而形成于工件200的贯通孔称为开孔202)、或者如图4B所示那样产生底切203。需要说明的是,底切203是指,焊道时的部分处于比工件200的表面凹陷的状态的不良部分。另外,在工件200是镀锌钢板的情况下,如图4C所示,有时一部分从焊接部位201蒸发而产生凹坑205。另外,如图4D所示那样,有时在形成于焊丝(未图示)的顶端的熔滴(未图示)向工件200转移时熔滴的一部分或工件200的熔融金属的微粒飞溅而产生飞溅物204,或者在工件200为铝系材料的情况下,在焊接部位201的附近产生污点206。

[0097] 需要说明的是,凹坑205是在焊道的表面开着口的坑,污点206是产生在焊道的附近的黑色烟灰状的附着物,包含上述的开孔202、底切203、飞溅物204等在内分别是焊接不良部位210的种类之一。焊接不良部位210处的形状不良,即焊接不良存在各种种类。

[0098] 以下,对注释的赋予过程具体进行说明。

[0099] 在对焊接部位201的图像数据赋予注释时,首先,从数据取得部301取得该图像数据(步骤S1)。通过数据格式转换部302将图像数据转换成能够进行后述的学习处理的形式(步骤S2)。需要说明的是,如果在步骤S1中取得的图像数据已经是能够进行该学习处理的形式,则省略步骤S2。另外,在不半自动地赋予注释的情况下,也可以省略步骤S2。

[0100] 接着,使图像数据显示于显示/输入部308。此时,根据需要选择、变更图像数据的显示形式(步骤S3)。

[0101] 图5A示出焊接部位的图像显示的一例,图5B示出焊接部位的图像显示的另一例。需要说明的是,在图5A、5B中,示出焊接不良为开孔202的例子。

[0102] 如上所述,图像数据是三维空间上的点云数据。在二维显示图像数据的情况下,例如,如图5A所示,有时按照每个像素来分配工件200距基准面的高度作为数据值,对数据值的差进行浓淡显示。但是,在该情况下,对焊接作业者来说,有时难以通过视觉确认焊接不良部位210的存在、其位置或大小。

[0103] 因此,在本实施方式的注释辅助系统300中,能够变更图像数据的显示形式,以便焊接作业者容易通过视觉确认焊接部位201和焊接不良部位210。例如,如图5B所示,能够对图像数据进行平滑化处理,使处理后的图像显示于显示/输入部308。通过这种方式,焊接作业者能够通过视觉立体地确认焊接部位201,而容易确定焊接不良部位210的有无、焊接不良的种类等。

[0104] 另外,为了提高焊接作业者的视觉确认性,在本实施方式的注释辅助系统300中,能够使图像数据绕规定的轴旋转并显示于显示/输入部308。具体而言,能够使图像数据分别绕在显示/输入部308的显示器画面上相互正交的两个方向的轴旋转并加以显示。另外,能够使图像数据绕与显示/输入部308的显示器画面正交的方向的轴旋转并加以显示。

[0105] 图6示出焊接部位的旋转显示的一例。需要说明的是,图6所示的工件200是两片板材在一部分重合而得到的构造。另外,焊接部位201形成在重合的部分的端面附近。另外,在图6所示的例子中,使焊接部位201绕焊接部位201延伸的方向的轴旋转规定的角度并加以显示。

[0106] 当从与工件200的表面正交的方向观察并显示这种构造的工件200时,有时无法适当地通过视觉确认焊接不良部位210。于是,如图6所示,通过使包含焊接部位201的图像数据旋转并显示于显示/输入部308,则容易确定焊接不良部位210的有无、焊接不良的种类等。

[0107] 另外,与此不同,在本实施方式的注释辅助系统300中,能够将图像数据的一部分放大或缩小并显示于显示/输入部308。另外,即便在使图像数据旋转并加以显示的情况下,也能够进一步进行图像数据的一部分的放大/缩小显示。通过这种方式,焊接作业者的视觉确认性进一步提高,而容易确定焊接不良部位210的有无、焊接不良的种类等。

[0108] 接着,确定显示/输入部308所显示的焊接不良部位210(步骤S4)。具体而言,确定图像数据所包含的焊接不良部位210,用框线包围该区域而进行划分。焊接作业者在显示/输入部308上向图像数据输入框线的包围,注释赋予部303将输入的包围附加于图像数据,由此执行步骤S4。

[0109] 图7A示出显示/输入部上的注释赋予的一例,图7B示出显示/输入部上的注释赋予的另一例。需要说明的是,在图7A、7B中,示出焊接不良为开孔202的例子。

[0110] 根据焊接不良部位210的大小和形状,如图7A所示,用矩形包围焊接不良部位210合适的时候也有。另外,如图7B所示,用n边形(n为3以上的整数)或包含n个顶点的多边形包围焊接不良部位210合适的时候也有。

[0111] 需要说明的是,如图4A～4D所示,焊接不良的大多数是具有三维扩展的形状。因此,在确定焊接不良部位210时,需要三维地包围来确定。但是,在本实施方式的注释辅助系统300中,通过在显示/输入部308的显示器画面上包围焊接不良部位210,换言之,通过二维地包围焊接不良部位210,能够将焊接不良部位210确定下来。由此,焊接不良部位210的确定作业变得容易,并且能够减少确定作业时的数据处理量,能够降低注释辅助系统300的系统负荷。

[0112] 接着,对确定出的焊接不良部位210标记焊接不良的种类(步骤S5)。具体而言,在显示/输入部308上,焊接作业者针对用框线包围的焊接不良部位210选择并输入对应的焊接不良的种类。注释赋予部303对焊接不良部位210标记焊接不良的种类,将标记的结果附加于图像数据,由此执行步骤S5。需要说明的是,预先准备了焊接不良的种类一览表。当焊接作业者选择用框线包围出的焊接不良部位210时,能够显示该种类一览表,从其中选择对应的焊接不良的种类。

[0113] 图8示出针对不同种类的焊接不良的标记的一例,示出在焊接部位201存在开孔202和凹坑205这两种的焊接不良的例子。

[0114] 在该情况下,按照焊接不良的每个种类改变框线的内部的颜色并加以显示,另外,将该显示内容附加于图像数据来标记焊接不良的种类。但是,标记焊接不良的种类的方法不特别限定于此。例如,可以将种类名称直接显示于显示/输入部308,也可以将与种类名称对应的编号显示于显示/输入部308。另外,也可以将所有这些方法同时用于标记。例如,也可以按照焊接不良的每个种类改变框线的内部的颜色并加以显示,并且,将与种类名称对应的编号显示于显示/输入部308。另外,这些显示内容被附加于图像数据。

[0115] 以上说明的步骤S4和S5的处理相当于对图像数据的注释赋予。通过对图像数据赋予注释而生成示教数据。该示教数据被保存于存储部306(步骤S6)。

[0116] 需要说明的是,在本实施方式的注释辅助系统300中,为了降低注释赋予时对系统的负荷,在图像数据的操作成为高负荷的处理中,以规定的比率从图像数据中抽稀数据并显示于显示/输入部308。通过这种方式,能够减少数据处理量,能够缩短注释赋予所需的处理时间。另外,焊接作业者能够在不感到有负担的状态下舒适地进行注释赋予作业。需要说明的是,作为图像数据的操作成为高负荷的处理,举出使图像数据在显示/输入部308的显示器画面上移动、旋转、放大或缩小的情况。另外,对图像数据赋予注释的情况,例如能够举出标记针对焊接不良部位210的焊接不良的种类的情况。

[0117] [效果等]

[0118] 如以上说明的那样,本实施方式的注释辅助系统300是辅助对在焊接部位201的外观检查中使用的图像数据赋予注释的系统。

[0119] 注释辅助系统300至少具备对图像数据赋予注释的注释赋予部303、以及使由注释赋予部303进行的处理可视化并加以显示的显示/输入部308。另外,注释辅助系统300具备保存由注释赋予部303赋予了注释的图像数据例如示教数据的存储部306。

[0120] 注释赋予部303构成为,通过确定图像数据中的焊接不良部位210并对焊接不良部位210标记焊接不良的种类,从而对图像数据赋予注释。

[0121] 根据本实施方式,焊接作业者能够一边观察显示/输入部308所显示的图像数据,一边直观地确定焊接不良部位210。即,焊接作业者能够容易地对焊接部位201的图像数据赋予与焊接不良相关的注释。另外,即便还不能说焊接作业者已经达到了对焊接作业熟练的水平,也能够对焊接部位201的图像数据赋予注释。

[0122] 另外,由于能够将已被赋予了注释的图像数据保存于存储部306,因此,能够将该数据重新用作对其他的图像数据赋予注释时的示教数据。

[0123] 另外,显示/输入部308构成为,能够使图像数据在规定的方向上旋转或放大或缩小并加以显示。另外,显示/输入部308构成为能够变更图像数据的显示形式并加以显示,以便提高图像数据的视觉确认性。

[0124] 赋予注释的图像数据通常是三维空间上的点云数据。因此,在仅二维地以浓淡显示数据值时,焊接作业者有时难以通过视觉确认焊接不良部位210。

[0125] 另一方面,根据本实施方式,能够使图像数据在规定的方向上旋转或放大或缩小,或者变更图像数据的显示形式并加以显示,以便提高图像数据的视觉确认性。由此,焊接作业者容易通过视觉立体地确认焊接部位201,容易确定焊接不良部位210的有无、焊接不良的种类等。

[0126] 显示/输入部308优选构成为,在图像数据的操作成为高负荷的情况下,以规定的比率从图像数据中抽稀数据并加以显示。

[0127] 通过这种方式,能够减少数据处理量,能够缩短注释赋予所需的时间。另外,焊接作业者能够在不感到负担的状态下舒适地进行注释赋予作业。

[0128] 需要说明的是,作为图像数据的操作成为高负荷的情况的例子,能够举出图像数据的移动、旋转、放大或缩小时。另外,还能够举出对图像数据的注释赋予时。

[0129] 在图像数据中包括焊接不良部位210的图像的情况下,优选如以下那样赋予注释。

[0130] 首先,在显示/输入部308上用框线包围焊接不良部位210。接着,通过在用框线包围出的区域进行与焊接不良的种类相应的颜色标注和编号标注中的至少一方,从而对焊接

不良部位210标记焊接不良的种类。

[0131] 通过这种方式,焊接作业者能够对焊接部位201的图像数据简便且直观地赋予注释。由此而能够大幅缩短注释赋予所需的时间。

[0132] 本实施方式的学习辅助系统100是辅助在焊接部位201的外观检查中使用的外观检查用模型的学习的系统。

[0133] 学习辅助系统100至少具备取得焊接部位201的图像数据的数据取得部101、以及至少保存基于由注释辅助系统300赋予了注释的图像数据而生成的多个学习数据和外观检查用模型的存储部。

[0134] 另外,学习辅助系统100具备将多个学习数据分别分割为规定的大小的数据分割部105。学习辅助系统100具备学习部107,该学习部107基于由数据分割部105分别分割后的多个学习数据、以及从数据取得部101取得且由数据分割部105分割为规定的大小的图像数据,对外观检查用模型进行机器学习,生成多个学习完毕模型。此外,学习辅助系统100具备评价部108,该评价部108按照规定的评价基准来评价多个学习完毕模型,选择成绩最好的学习完毕模型作为外观检查用模型。

[0135] 另外,学习辅助系统100具备更新部109,该更新部109将外观检查用模型更新为由评价部108选择出的学习完毕模型。需要说明的是,更新部109的功能也可以编入到评价部108。在该情况下,评价部108按照规定的评价基准来评价多个学习完毕模型,选择成绩最好的学习完毕模型作为外观检查用模型,进而将外观检查用模型更新为由自身选择出的学习完毕模型。

[0136] 根据本实施方式,缺乏AI或机器学习的知识的焊接作业者能够简便地处理在焊接部位201的外观检查中使用的外观检查用模型和外观检查用软件。另外,与以往相比,该焊接作业者能够大幅缩短外观检查用模型的生成或更新所需的时间。

[0137] 学习辅助系统100优选还具备数据扩展部104,该数据扩展部104基于已被赋予了注释的图像数据进行数据扩展处理,生成多个学习数据。

[0138] 通过这种方式,能够大幅缩短示教数据的制作时间,进而能够缩短外观检查用模型的生成或更新所需的整体的作业时间。另外,在学习辅助系统100内,能够执行从学习数据的生成到外观检查用模型的学习和评价为止的一系列处理,焊接作业者能够简便地处理在焊接部位201的外观检查中使用的外观检查用模型和外观检查用软件。

[0139] (第二实施方式)

[0140] 图9示出本实施方式的注释的赋予过程的流程图。需要说明的是,在本实施方式中,说明对图像数据半自动地赋予注释的例子。因此,本实施方式中的注释辅助系统300及其内部的功能块与第一实施方式所示的结构同样,省略各部的详细说明。需要说明的是,这里所说的“注释的半自动赋予”是指,从预先准备了规定数量以上的示教数据的状态开始,利用注释辅助系统300的推理功能,对新取得的焊接部位201的图像数据赋予注释。在该情况下,示教数据本身按照第一实施方式所示的步骤由焊接作业者制作。另外,在半自动地赋予注释的情况下,为了顺畅地进行推理处理,通常使用由简单形状的框线例如矩形的框线包围了焊接不良部位210的图像数据或示教数据。

[0141] 首先,从数据取得部301新取得焊接部位201的图像数据(步骤S11)。需要说明的是,虽然未图示,但如果该图像数据不是能够进行学习处理的形式,则由数据格式转换部

302将该图像数据转换成能够进行学习处理的形式。另外,新取得的图像数据被保存于存储部306。

[0142] 读出存储部306所保存的示教数据(步骤S12)。需要说明的是,也可以从注释辅助系统300的外部读出示教数据。

[0143] 数据扩展部304基于已读出的示教数据进行数据扩展处理(步骤S13)。通过执行步骤S13,生成多个学习数据,学习数据被保存于存储部306。需要说明的是,原始的示教数据与学习数据区分开,被送至数据分割部305。

[0144] 示教数据的数据扩展处理例如如以下那样进行。

[0145] 图10A示意性地示出数据扩展过程的一例,图10B示意性地示出数据扩展过程的另一例。

[0146] 例如,如图10A所示,针对成为原始的图像数据即示教数据,生成使开孔202的大小或位置变化的多个学习数据。在该情况下,提取距基准面的高度以及焊接部位201内的多个点之间的该高度的差分作为特征量,使它们变动。另外,虽然未图示,但针对凹坑205也能够进行同样的处理而生成多个学习数据。另外,能够在焊接部位201的周围进行同样的处理,生成使飞溅物204、污点206的大小或位置变化的多个学习数据(参照图10B)。

[0147] 接着,数据分割部105将在步骤S11中取得的图像数据分割为能够进行学习处理的大小。另外,数据分割部105将在步骤S13中生成的多个学习数据分别分割为能够进行学习处理的大小。(步骤S14)。

[0148] 图11A示意性示出图像数据的分割过程的一例,图11B示意性示出图像数据的分割过程的另一例。另外,图12示意性示出图像数据的插值过程的一例。

[0149] 如图11A、11B所示,可以从多个选择项选择分割方法。如图11A所示,可以沿着焊接方向从前方分割图像数据或学习数据,也可以从后方分割图像数据或学习数据。或者也可以从前方和后方双方分割图像数据或学习数据。另外,如图11B所示,也可以以分割为多个即分割数据的一部分重叠的方式分割图像数据或学习数据。

[0150] 通过改变分割方向或分割宽度,从而变更分割数据内的焊接不良部位210的位置。因此,即便是包含相同的焊接不良部位210的学习数据,作为用于机器学习的学习数据,也作为不同的数据来处理。即通过改变分割方向或分割宽度来进行一种数据扩展处理。

[0151] 另外,在图像数据或学习数据中的与焊接方向交叉的大小较大的情况下,如图12所示,也可以进行数据分割。需要说明的是,在该情况下,有时针对分割后的数据标注箭头所示的顺序,将各个数据建立关联。

[0152] 需要说明的是,在存储部306中保存有AI设定文件,该AI设定文件记述了对设置于学习/推理部307的推理引擎的动作进行控制的各种参数。在该AI设定文件中,记述有能够通过推理引擎进行学习的最大数据的大小。数据分割部305也可以参照AI设定文件中的最大数据的大小,来决定数据分割时的数据的大小。需要说明的是,在前述的推理引擎即YOLO中,输入数据的大小被固定。但是,在使用YOLO以外的推理引擎的情况下,如果输入数据的大小可以是可变的,则将图像数据或学习数据分割为能够进行学习处理的最大大小以下的大小即可。

[0153] 需要说明的是,在包含图像数据或示教数据的学习数据中,可以包含不存在数据值的区域(以下,有时称为无数据区域)。该情况下的数据值例如是距预先设定的基准面的

高度、或者亮度相对于基准面的亮度的差分等。换言之,无数据区域是在图像数据中包含缺失值的区域。关于数据值,例如在步骤S11中取得的图像数据或示教数据中,在不包含焊接部位201的区域有时不存在数据值。在后述的步骤S16中进行机器学习的情况下,在分割后的图像数据或学习数据中包含无数据区域时,不能准确地进行设置于学习/推理部307的推理引擎中的推理处理。因此,在数据分割后进行针对无数据区域的数据插值处理。

[0154] 在如图12所示那样分割图像数据或学习数据的情况下,例如,在与工件200对应的数据存在区域存在数据值,相对于此,在不包含工件200的无数据区域不存在数据值。在对该无数据区域进行数据插值的情况下,选择以下两个方法中的任意一种方法。

[0155] 一个方法是代入分割数据内的最小值作为无数据区域的数据值的最小值插值方法。另一个方法是代入与无数据区域相接的像素的数据值作为无数据区域的数据值的最附近值插值方法。如前所述,图像数据是来自多个图像的像素信号的集合。因此,在使用最附近值插值方法的情况下,在数据存在区域与无数据区域的边界,以像素单位分别进行最附近值插值。

[0156] 另外,在步骤S14中分割、生成的学习数据成为在步骤S16中使用的学习数据的一部分。因此,无需将分割后的多个学习数据分别建立关联。

[0157] 另外,针对在步骤S11中取得的图像数据,在步骤S16中半自动地赋予注释。在注释赋予后的图像数据仅用作示教数据的情况下,无需将分割后的图像数据分别建立关联。

[0158] 但是,在对图像数据半自动地赋予注释的情况下,需要判定该结果是否妥当(参照步骤S17)。

[0159] 因此,分割后的多个图像数据以分别建立了关联的状态被送至学习/推理部307。即,分割后的图像数据分别是相同的焊接部位201的数据以及在分别赋予了原始的图像数据中的位置信息的状态下被送至学习/推理部307。该关联的建立由数据分割部305进行。

[0160] 接着,将还包含过去制作的数据在内而保存于存储部306的多个分割完毕的学习数据与在步骤S14中分割后的多个学习数据及图像数据混合并加以综合,生成综合数据组(步骤S15)。

[0161] 从存储部306向学习部107读出与工件200的材质、焊接方式及焊接部位201的形状相应的检查用模型。在将在步骤S15中生成的综合数据组输入到学习部107之后,针对尚未赋予注释的分割后的图像数据,由学习/推理部307赋予注释(步骤S16)。需要说明的是,检查用模型是在注释的半自动赋予时使用的模型。具体而言,基于所输入的综合数据组和检查用模型,针对尚未赋予注释的分割后的图像数据,通过设置于学习/推理部307的推理引擎来执行推理处理。在图像数据中存在焊接不良部位210的情况下,该焊接不良部位210由矩形的框线包围,并且,根据焊接不良的种类对框线的内部进行颜色划分。即标记了焊接不良的种类。即对图像数据赋予注释。进一步将赋予的注释信息、在该情况下为在内部进行了颜色标注的框线编入到图像数据。

[0162] 接着,判定注释赋予结果是否妥当(步骤S17)。焊接作业者一边在显示/输入部308中通过目视来确认注释赋予前后的图像数据,一边进行步骤S17。在该情况下,使注释赋予前后的图像数据在显示/输入部308上沿规定的方向旋转或放大或缩小,或者变更图像数据的显示形式并加以显示,以便提高视觉确认性而能够使焊接作业者简便地应对。

[0163] 另外,分割后已被赋予了注释的图像数据基于分别已被赋予的位置信息等,结合

为分割前的排列,以便能够与注释赋予前的图像数据进行对比。

[0164] 如果步骤S17中的判定结果是肯定的,即学习/推理部307的注释赋予结果不存在错误,则将已被赋予了注释的图像数据保存于存储部306(步骤S18),结束注释赋予作业。需要说明的是,在步骤S18中保存于存储部306的图像数据能够用作下次以后的注释赋予时的示教数据。

[0165] 另一方面,在步骤S17中的判定结果是否定的,即学习/推理部307的注释赋予结果存在错误的情况下,对已赋予的注释信息进行修正(步骤S19)。

[0166] 图13A和图13B分别示意性示出注释的修正过程的一例。需要说明的是,在图13A中,分别由粗线包围的多个区域对应于前述的分割数据。另外,在图13A、13B中,由细线包围的矩形区域对应于前述的摄像元件(未图示)中的多个像素。

[0167] 如图13A所示,在步骤S16的处理中已被赋予了注释的图像数据包括前述的无数据区域和数据存在区域。另外,作为步骤S16中的处理的结果,确定了焊接不良部位210A、210B及210C。

[0168] 其中,焊接不良部位210A位于数据存在区域。即,焊接不良部位210A位于焊接部位201,可以说学习/推理部307的注释赋予被准确地进行。

[0169] 另一方面,焊接不良部位210C存在于无数据区域。在该情况下,作为步骤S18中的判定的结果,认为错误地对未发生焊接不良的部位赋予了注释。因此,焊接作业者经由显示/输入部308删除已对焊接不良部位210C赋予的框线和焊接不良的种类。即,对学习/推理部307的注释赋予结果进行订正。另外,将订正后的图像数据保存于存储部306(步骤S18)。

[0170] 另一方面,焊接不良部位210B跨越数据存在区域和无数据区域而被划分。在这样的情况下,存在于无数据区域的焊接不良部位210B可以说是无效数据,需要对该部分进行修正。

[0171] 在本实施方式中,如图13B所示,对划分焊接不良部位210B的框线的大小进行了修正,以便被识别为焊接不良的区域仅位于数据存在区域。其结果是,如图13B所示,图像数据中的焊接不良部位210B被修正为焊接不良部位210B1。进行这些修正,将编入了其结果的图像数据保存于存储部306(步骤S18)。

[0172] 如以上说明的那样,能够利用注释辅助系统300对焊接部位201的图像数据半自动地赋予与焊接不良相关的注释。另外,在所赋予的注释信息存在错误的情况下,通过将该错误已被订正了的修正数据保存于存储部306,能够减少在以后的注释赋予中发生错误。需要说明的是,在图13A、13B中,示出了与焊接不良部位210的位置或大小相关的错误订正的例子,但如果焊接不良的种类的标记也存在错误,则当然也要进行修正。例如,在应识别为底切203的焊接不良被识别为开孔202的情况下,焊接作业者重新赋予焊接不良的种类。另外,编入了修正结果的图像数据被保存于存储部306。

[0173] 需要说明的是,在由利用外观检查用模型的顾客进行不良检测处理时,使用图13A、13B所示的注释的修正方法。另外,在作为推理引擎的AI模型的评价处理中,也能够使用该修正方法。

[0174] 另外,在注释赋予结果存在错误的情况下,需要重新学习并强化检查用模型。

[0175] 图14示出检查用模型的更新过程的流程图,步骤S22～S25是与图9所示的步骤S12～S15同样的处理,因此省略详细的说明。但是,在步骤S21中,从存储部306读出注释赋予结

果的错误已被修正了的图像数据即修正数据,这是与图9所示的步骤S11的不同点。另外,在步骤S23中对在步骤S22中读出的修正数据进行数据扩展处理。

[0176] 接着,将还包含过去制作的数据在内而保存于存储部306的多个分割完毕的学习数据以及在步骤S24中分割后的多个学习数据和修正数据混合并加以综合,生成综合数据组(步骤S25)。

[0177] 从存储部306向学习/推理部307读出成为重新学习对象的检查用模型。在将在步骤S25中生成的综合数据组输入到学习/推理部307之后,对检查用模型进行机器学习(步骤S26)。换言之,基于由数据分割部305分别分割后的多个学习数据和修正数据,对从存储部306读出的检查用模型进行机器学习。另外,在进行机器学习的过程中,如前述那样生成多个学习完毕模型。这些学习完毕模型被暂时保存于存储部306。

[0178] 需要说明的是,通常情况下,机器学习被重复执行规定的次数,每一次学习都生成学习完毕模型。学习辅助系统100除此之外还生成关联的序列数据组。各个序列数据组被保存于存储部306。在作为推理引擎而使用YOLO的情况下,重复次数为10000次左右。另外,在学习/推理部307由多个GPU(Graphics Processing Unit)构成且作为推理引擎而使用YOLO的情况下,在利用第一个GPU进行了规定次数例如1000次左右的学习之后,使用下一个GPU重复进行机器学习。在本实施方式中,也在注释辅助系统300内自动地执行该GPU的切换。

[0179] 学习/推理部307按照规定的评价基准来评价从存储部106读出的多个学习完毕模型,选择成绩最好的学习完毕模型作为检查用模型(步骤S27)。具体而言,将检测率最高的模型选择为最优模型。需要说明的是,也可以是,设置未图示的评价部作为注释辅助系统300的功能块,通过该评价部执行步骤S27。

[0180] 需要说明的是,步骤S24～S27的一系列处理能够通过从显示/输入部308的操作一次性地执行。例如,由显示/输入部308选择并读出包含成为对象的检查用模型的序列数据组,进而选择学习数据和修正数据的分割方法。另外,学习准备方法,例如选择是从头生成模型还是修正并更新所选择的检查用模型(权重文件)。

[0181] 在该状态下,通过向显示/输入部308输入执行命令,来执行步骤S24～S27的一系列处理。执行命令的输入方法例如是点击显示在显示/输入部308的显示器画面上的执行按钮等。

[0182] 需要说明的是,也可以是,能够分别单独地执行步骤S24、步骤S26及步骤S27。

[0183] 接着,学习/推理部307或前述的评价部将检查用模型更新为在步骤S27中选择出的学习完毕模型。另外,对更新后的检查用模型赋予与原始的外观检查用模型不同的文件名并保存于存储部306。(步骤S28)。

[0184] 需要说明的是,也可以通过显示/输入部308的操作,与步骤S24～S27的一系列处理同时地执行步骤S28的各个处理。

[0185] 如图2所示并如本实施方式所说明的那样,注释辅助系统300具备将图像数据和示教数据分别分割为规定的大小的数据分割部305、以及设置有在对图像数据的注释赋予中使用的检查用模型的学习/推理部307。学习/推理部307基于示教数据和检查用模型,对新取得的图像数据赋予注释。

[0186] 根据本实施方式,能够对焊接部位201的图像数据半自动地赋予与焊接不良相关的注释。另外,在所赋予的注释信息存在错误的情况下,通过将该错误已被订正了的修正数

据保存于存储部306,能够减少在以后的注释赋予中发生错误。

[0187] 另外,在第一实施方式所示的方法中,焊接作业者观察整个焊接部位201而对焊接不良分别赋予注释,因此,每一个样本需要一日左右的作业时间。

[0188] 另一方面,根据本实施方式,通过利用注释辅助系统300半自动地赋予注释,能够将每一个样本的注释赋予所需的时间缩短到5分钟~1小时左右。

[0189] 注释辅助系统300还可以具备数据扩展部304,该数据扩展部304基于示教数据进行数据扩展处理,生成多个学习数据。

[0190] 学习/推理部307基于分别分割后的学习数据,对新取得的图像数据赋予注释。

[0191] 通过这种方式,能够大幅缩短可用作示教数据的学习数据的制作时间。另外,由于能够生成大量的学习数据,因此,能够大幅降低焊接作业者自身进行的注释赋予时的作业量和作业时间。另外,在注释辅助系统300内,能够执行从学习数据的生成到检查用模型的学习和评价为止的一系列处理,焊接作业者能够简便地处理检查用模型。

[0192] 在分别分割后的图像数据和学习数据中不包含工件200的图像的情况下,优选对不存在工件200的无数据区域如以下所示那样插值数据。

[0193] 即,数据分割部305优选对不存在工件200的区域代入分割完毕的图像数据和学习数据中的最小值,或者对不存在工件200的区域代入离该不存在工件200的区域最近的区域的数据值。

[0194] 通过这种方式,在将分别分割后的图像数据和学习数据输入到设置于学习/推理部307的公知的推理引擎的情况下,能够不产生错误地执行学习处理。由此而能够对焊接部位201半自动地赋予注释。

[0195] 在图像数据中,学习/推理部307有时推理为在不存在焊接部位201的无数据区域存在焊接不良部位210。即,是注释辅助系统300的注释的半自动赋予失败的情况。

[0196] 在该情况下,学习/推理部307不使图像数据反映推理结果,或者变更图像数据中的焊接不良部位210的大小和位置,以便在图像数据中仅包含焊接部位201。

[0197] 通过这种方式,能够将注释赋予后的图像数据用作示教数据。需要说明的是,在学习/推理部307中,由焊接作业者经由显示/输入部308进行图像数据中的框线的删除、用框线包围出的区域的位置或大小的变更。学习/推理部307将焊接作业者进行的处理结果附加于图像数据,对注释赋予结果进行修正。

[0198] 另外,存储部306还保存有检查用模型和学习数据,由此而能够在注释辅助系统300内连续地执行注释的半自动赋予或检查用模型的更新处理。

[0199] 学习/推理部307基于分别分割后的图像数据和示教数据,对检查用模型进行机器学习,生成多个学习完毕模型。进而,学习/推理部307按照规定的评价基准来评价多个学习完毕模型,将检查用模型更新为成绩最好的学习完毕模型。

[0200] 根据本实施方式,缺乏AI或机器学习的知识的焊接作业者能够简便地处理在与焊接不良相关的注释赋予中使用的检查用模型。另外,该焊接作业者能够大幅缩短检查用模型的更新所需的时间。

[0201] 需要说明的是,在图14中,示出了使用注释信息已被修正后的修正数据进行检查用模型的重新学习的例子,但也可以新取得被适当地赋予了注释的图像数据并使用该图像数据。

[0202] 另外,也可以由系统管理者进行对焊接部位201的图像数据的注释赋予或检查用模型的更新处理。系统管理者不仅包括注释辅助系统300的开发者、设计者,也包括进行注释辅助系统300的修改等的维护负责人。

[0203] -产业实用性-

[0204] 本公开的注释辅助系统,由于缺乏AI或机器学习的知识的焊接作业者能够容易地对图像数据中的焊接部位进行注释赋予,因此是有用的。

[0205] -符号说明-

[0206] 100 学习辅助系统

[0207] 101 数据取得部

[0208] 102 数据格式转换部

[0209] 104 数据扩展部

[0210] 105 数据分割部

[0211] 106 存储部

[0212] 107 学习部

[0213] 108 评价部

[0214] 109 更新部

[0215] 110 显示/输入部

[0216] 200 工件

[0217] 201 焊接部位

[0218] 202 开孔

[0219] 203 底切

[0220] 204 飞溅物

[0221] 205 凹坑

[0222] 206 污点

[0223] 210 焊接不良部位

[0224] 300 注释辅助系统

[0225] 101 数据取得部

[0226] 102 数据格式转换部

[0227] 303 注释赋予部

[0228] 304 数据扩展部

[0229] 305 数据分割部

[0230] 306 存储部

[0231] 307 学习/推理部

[0232] 308 显示/输入部

[0233] 309 输出部。

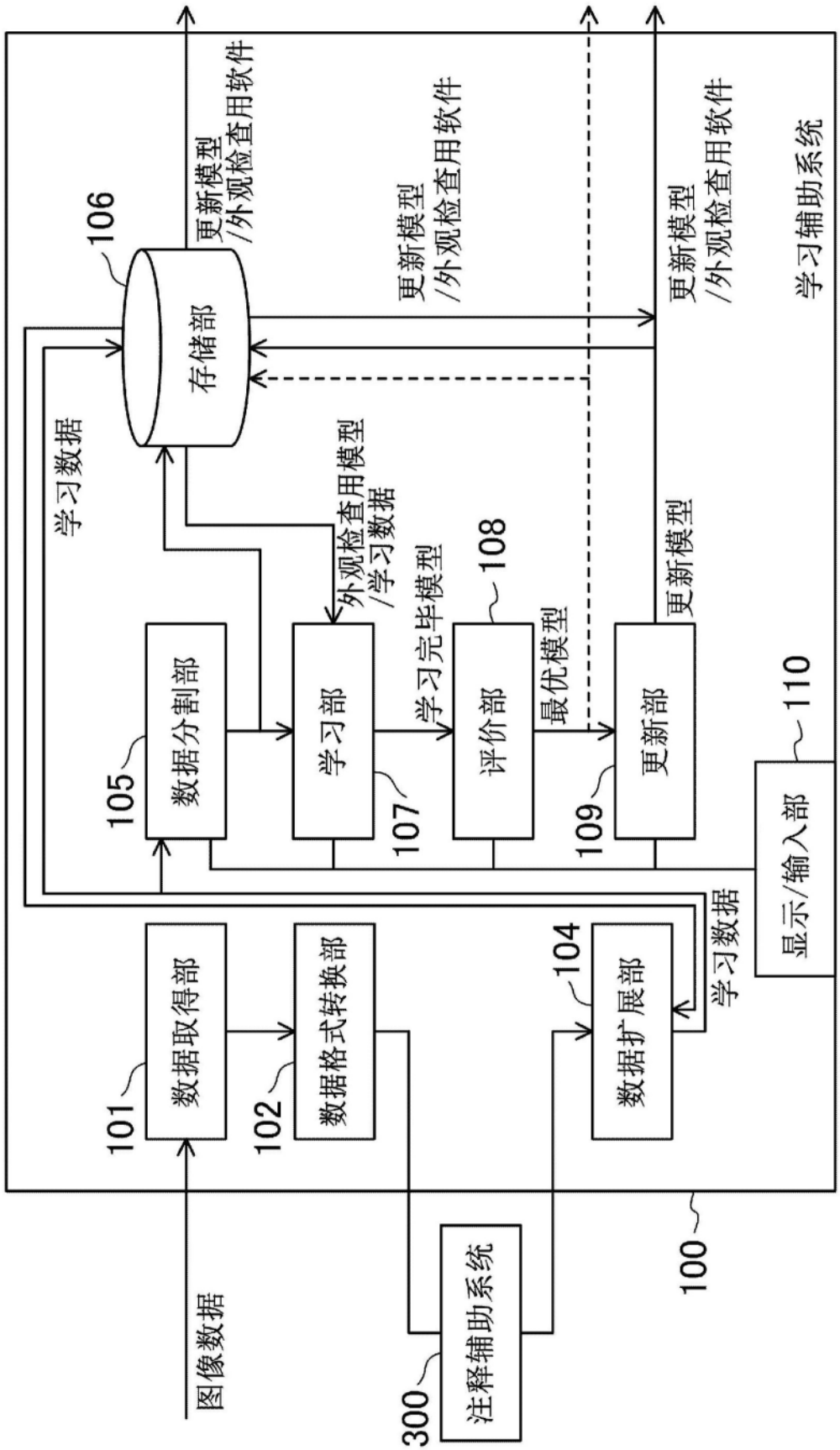

学习辅助系统
更新模型
/外观检查用软件
更新模型
/外观检查用软件
更新模型
/外观检查用软件
106
存储部
学习数据
外观检查用模型
/学习数据
学习完毕模型
108
最优模型
更新模型
105
数据分割部
学习部
107
评价部
109
更新部
110
显示/输入部
学习数据
101
数据取得部
102
数据格式转换部
104
数据扩展部
100
图像数据
300
注释辅助系统

图1

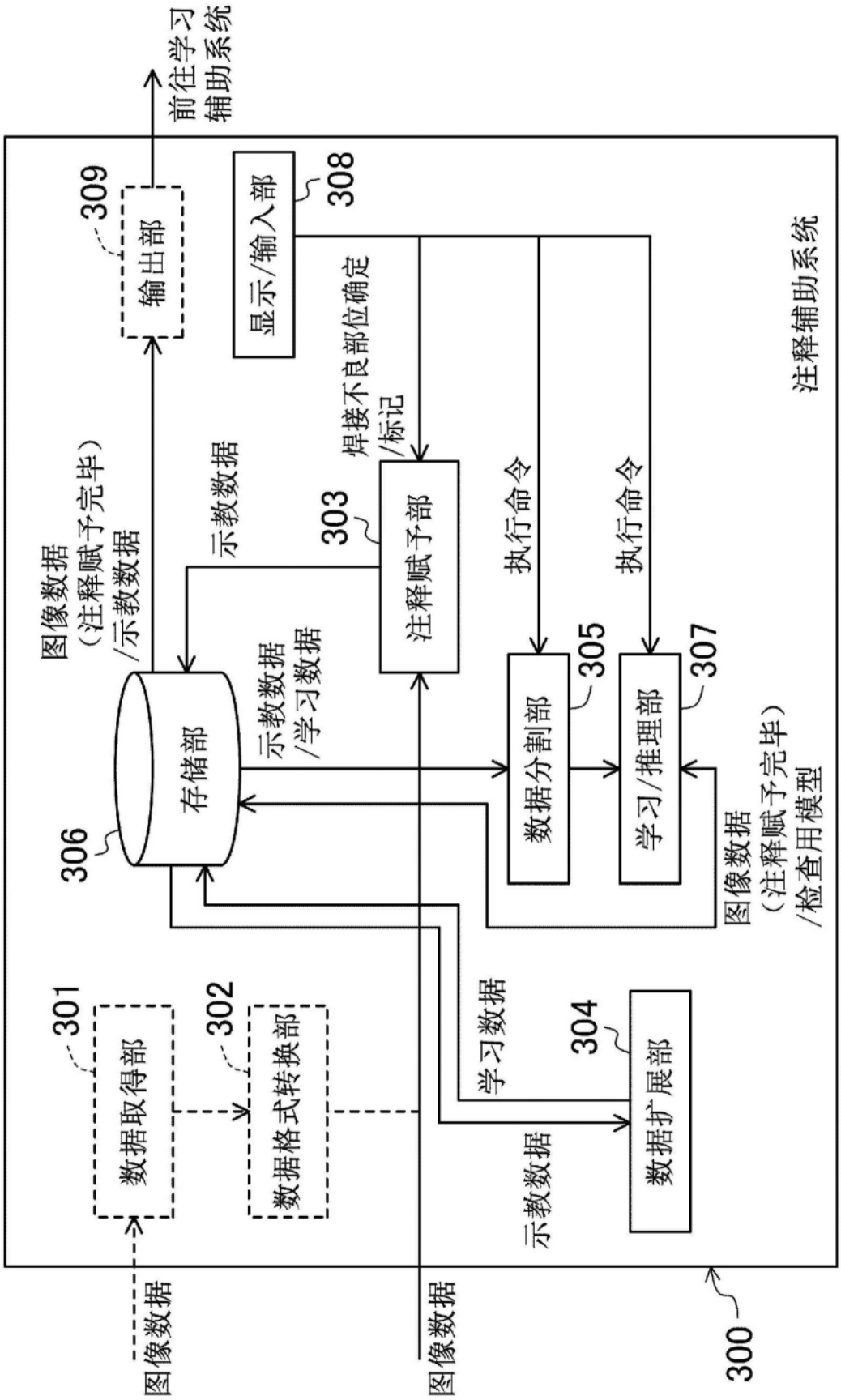

前往学习辅助系统
309
输出部
308
显示/输入部
注释辅助系统
焊接不良部位确定/标记
图像数据（注释赋予完毕）/示教数据
示教数据
303
注释赋予部
执行命令
执行命令
305
307
示教数据/学习数据
存储部
数据分割部
学习/推理部
306
图像数据（注释赋予完毕）/检查用模型
301
302
学习数据
304
数据取得部
数据格式转换部
数据扩展部
示教数据
图像数据
图像数据
300

图2

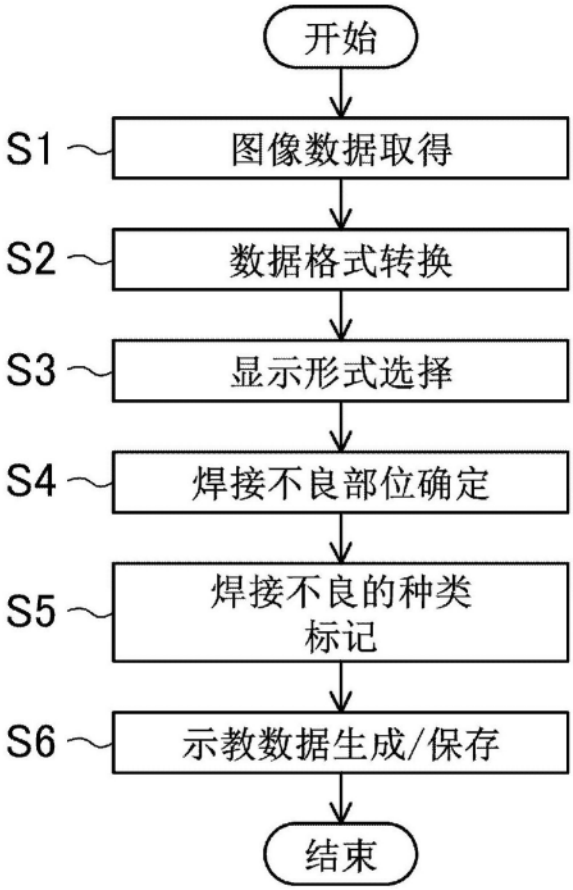

开始
S1
图像数据取得
S2
数据格式转换
S3
显示形式选择
S4
焊接不良部位确定
S5
焊接不良的种类
标记
S6
示教数据生成/保存
结束

图3

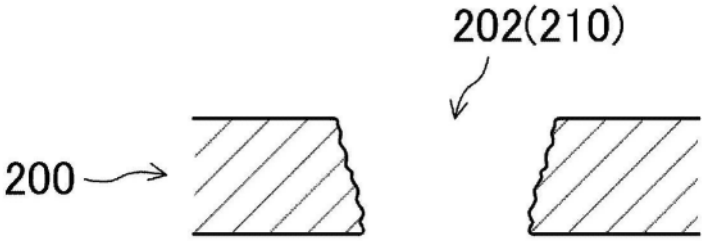

202(210)
200

图4A

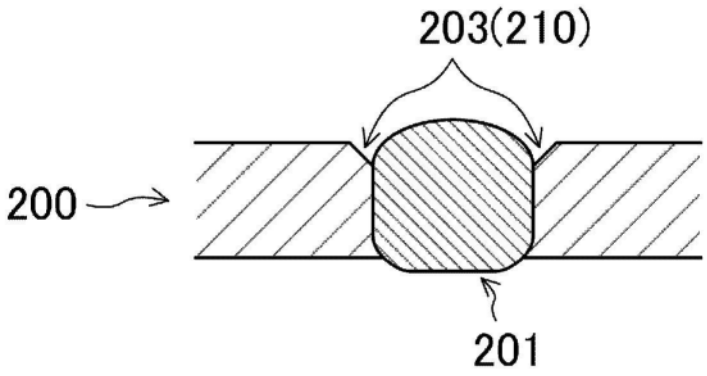


图4B

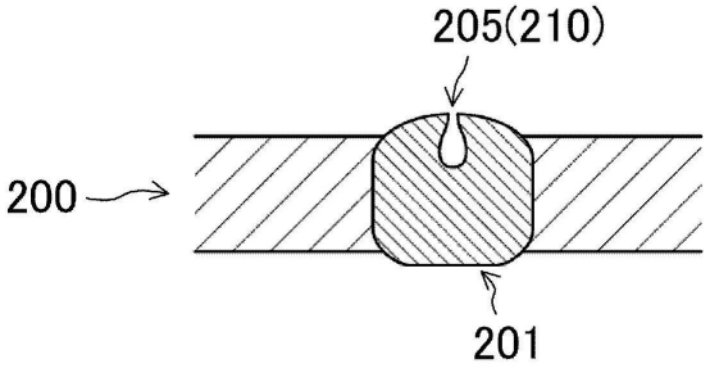


图4C

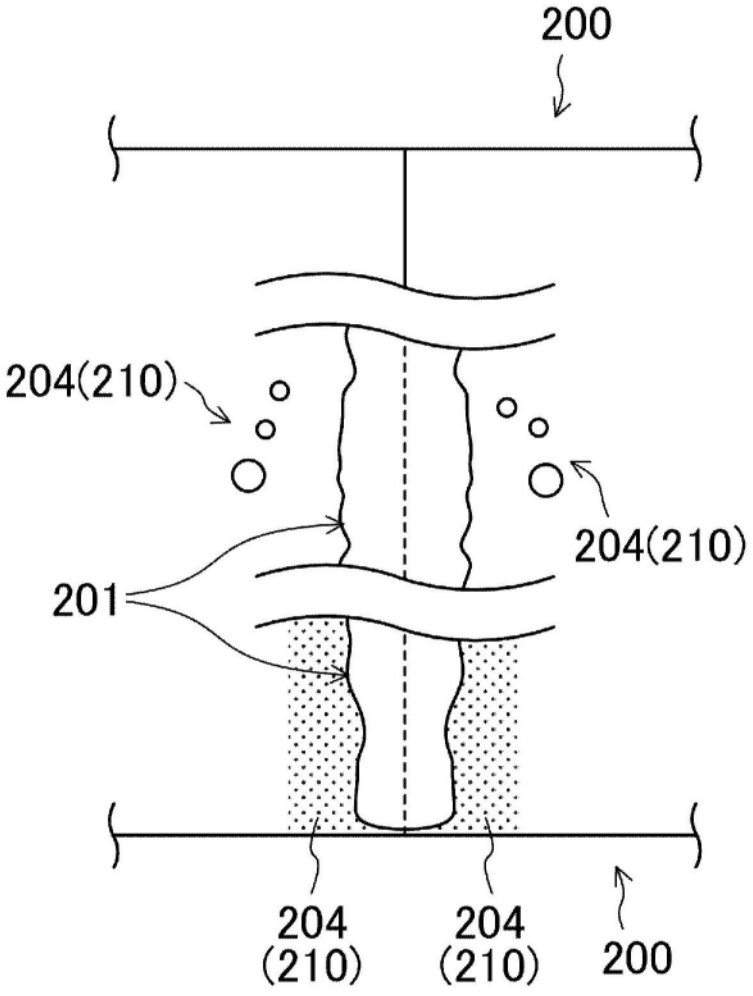


图4D

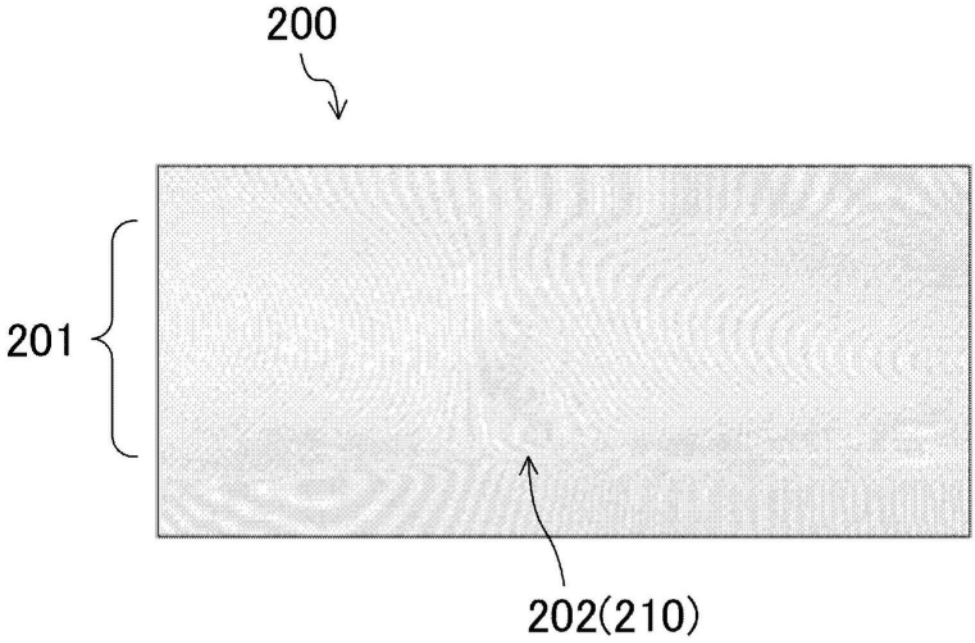


图5A

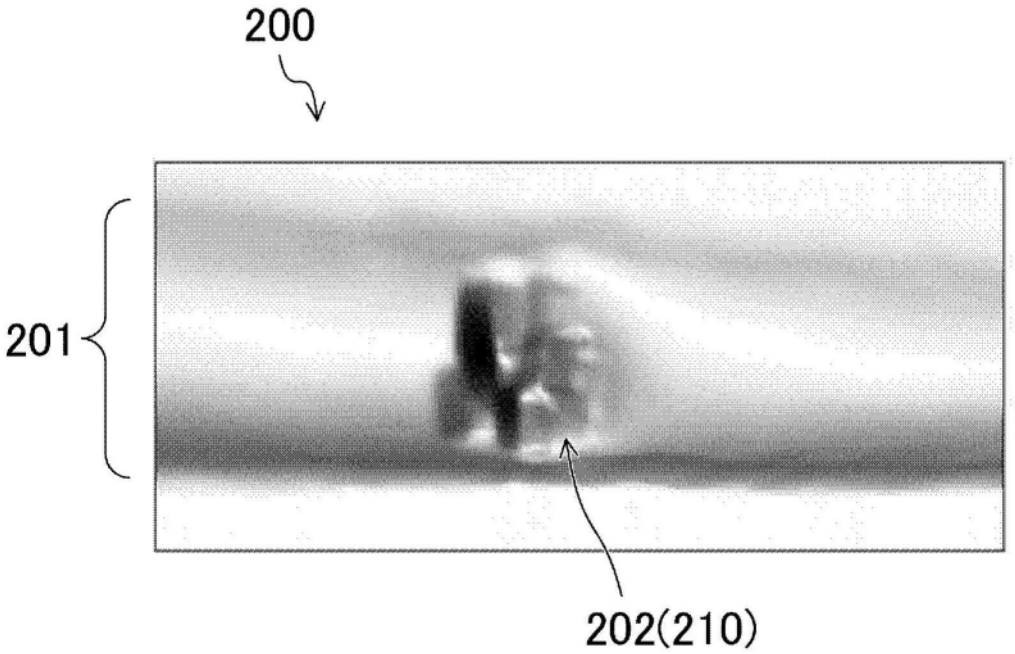


图5B

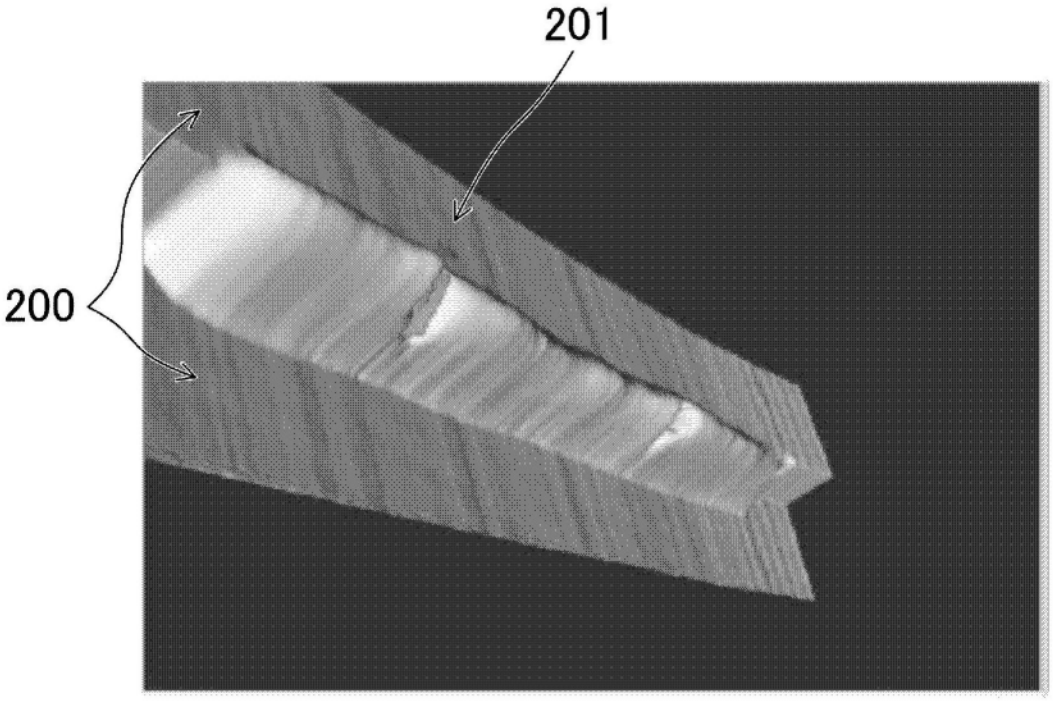


图6

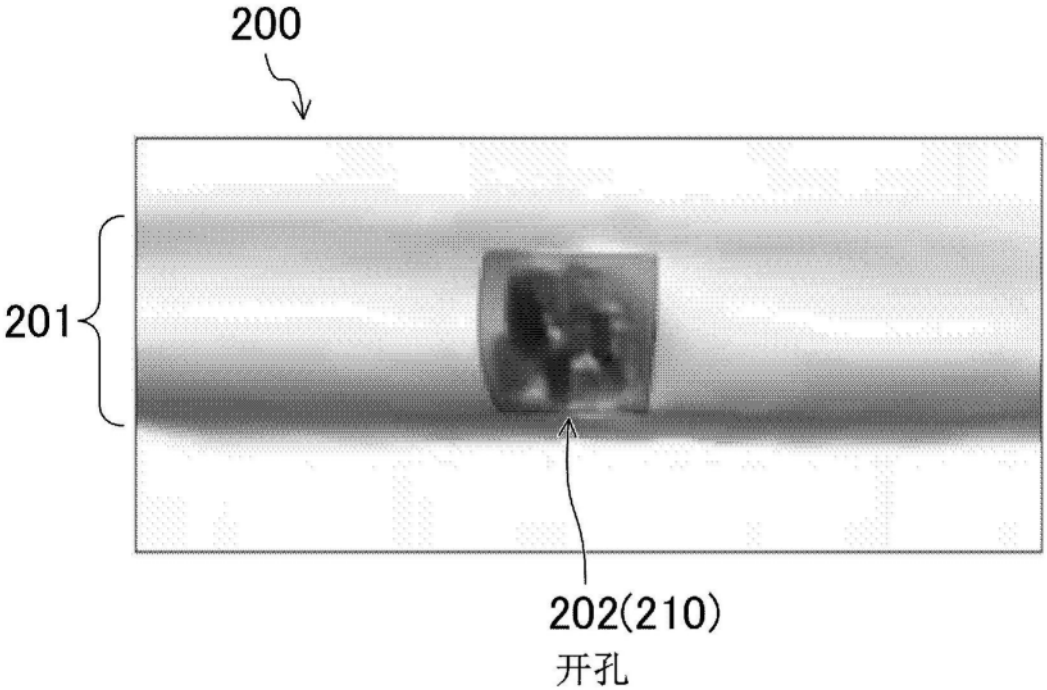


图7A

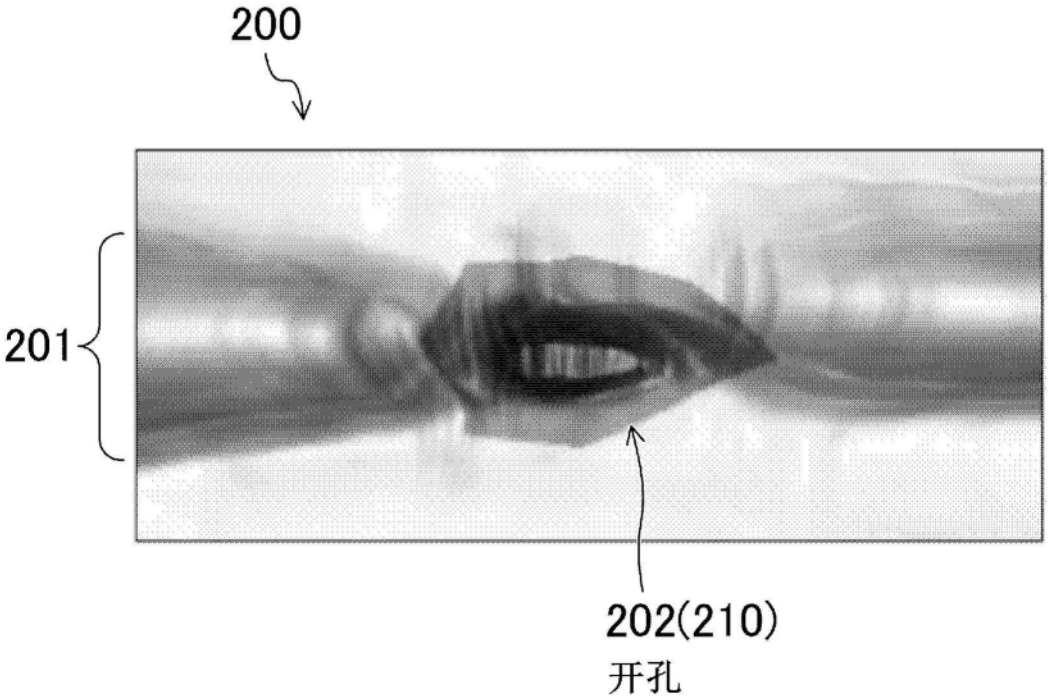


图7B

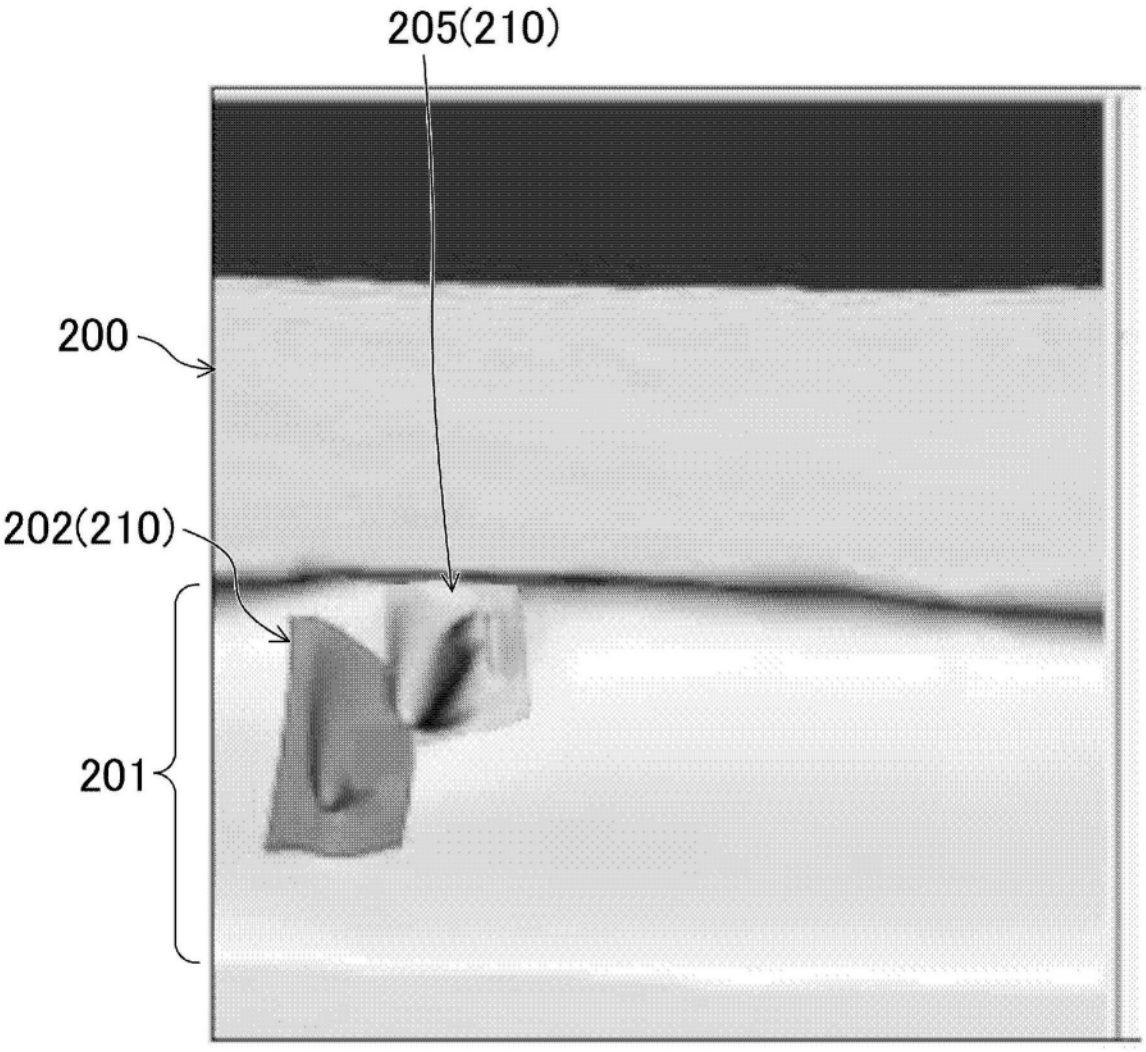


图8

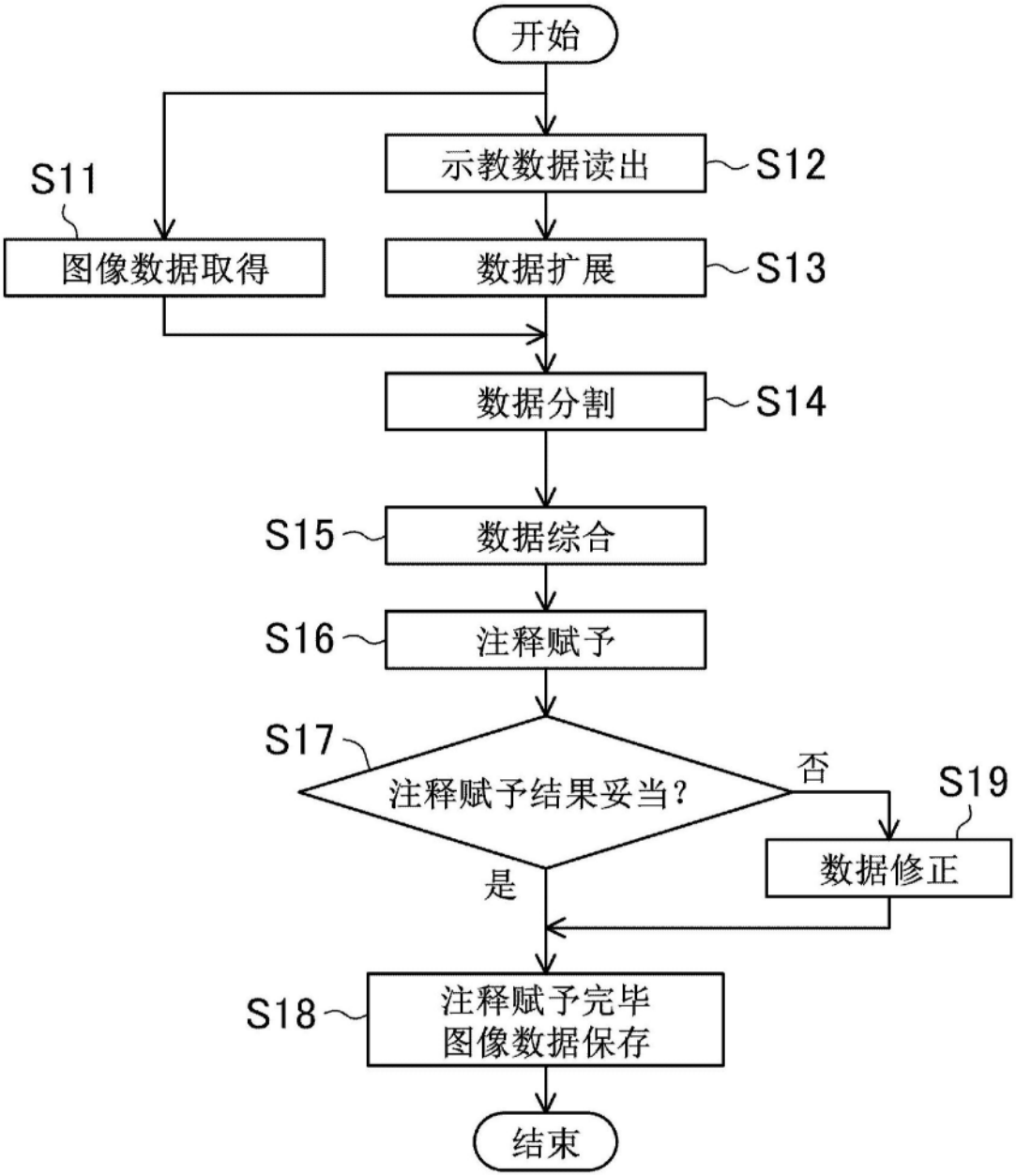

开始
示教数据读出
S12
S11
图像数据取得
数据扩展
S13
数据分割
S14
S15
数据综合
S16
注释赋予
S17
注释赋予结果妥当?
否
S19
数据修正
是
S18
注释赋予完毕
图像数据保存
结束

图9

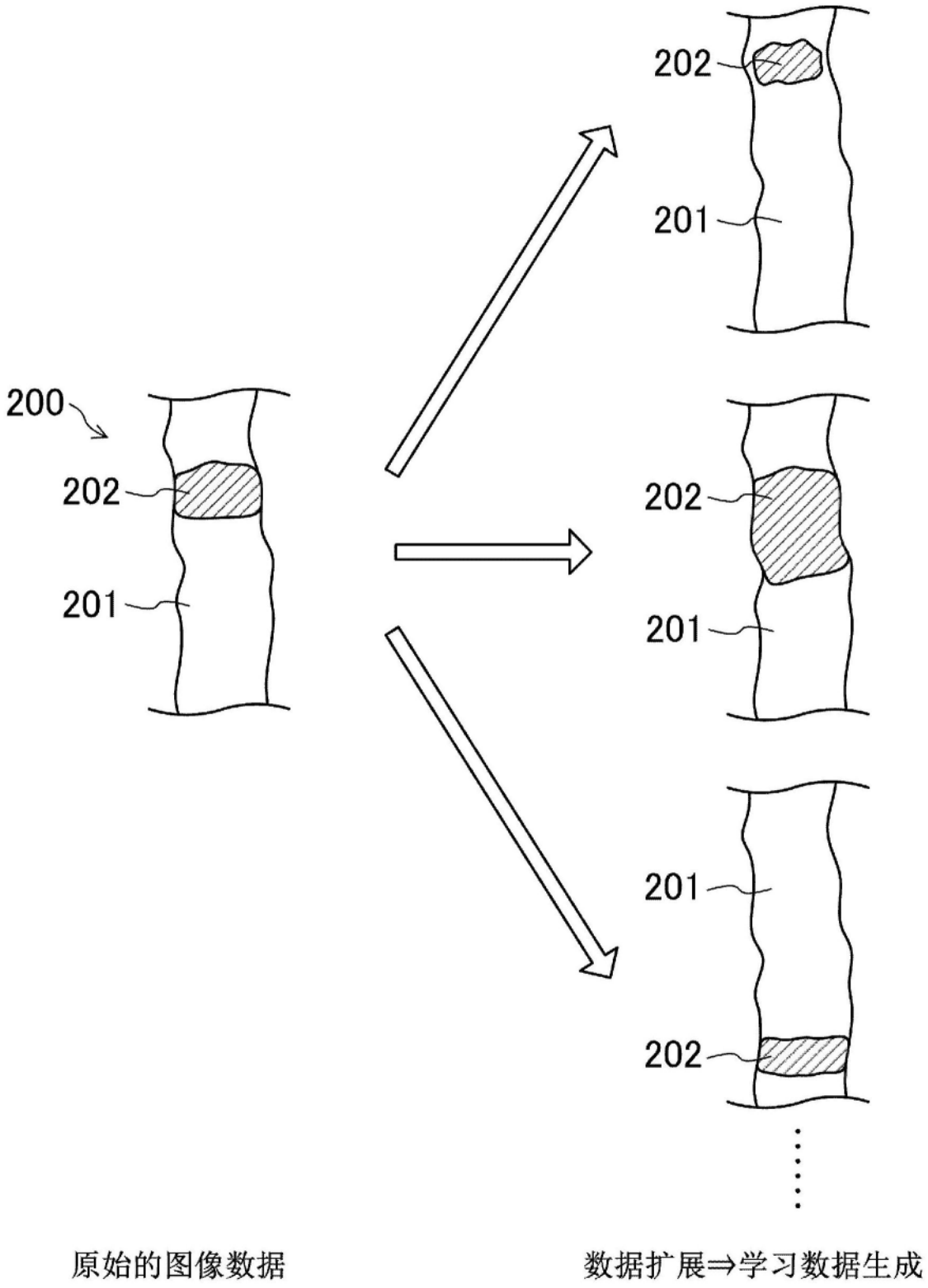


图10A

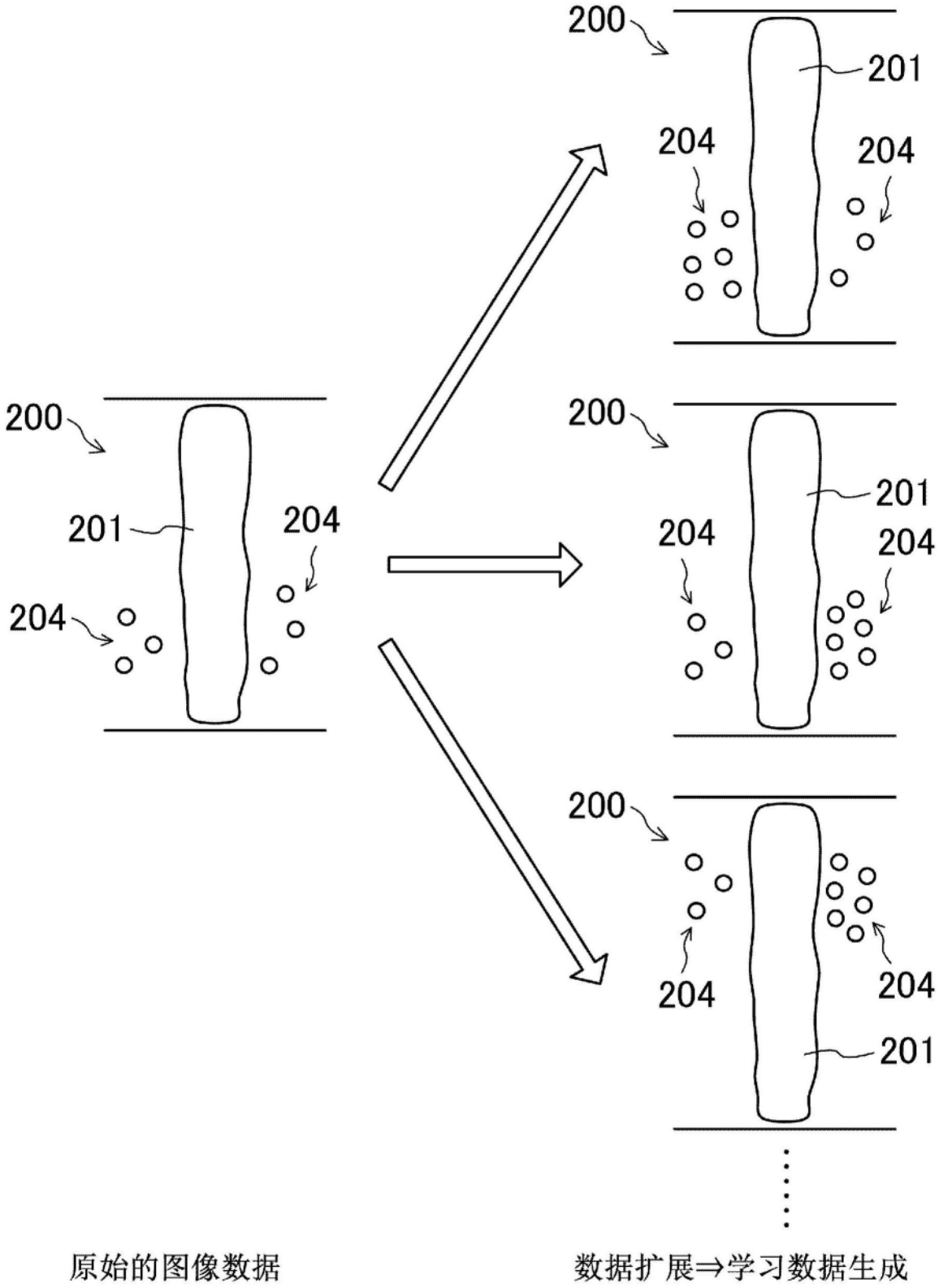

200
201
204
204
200
201
204
204
200
201
204
204
200
204
204
201
原始的图像数据
数据扩展⇒学习数据生成

图10B

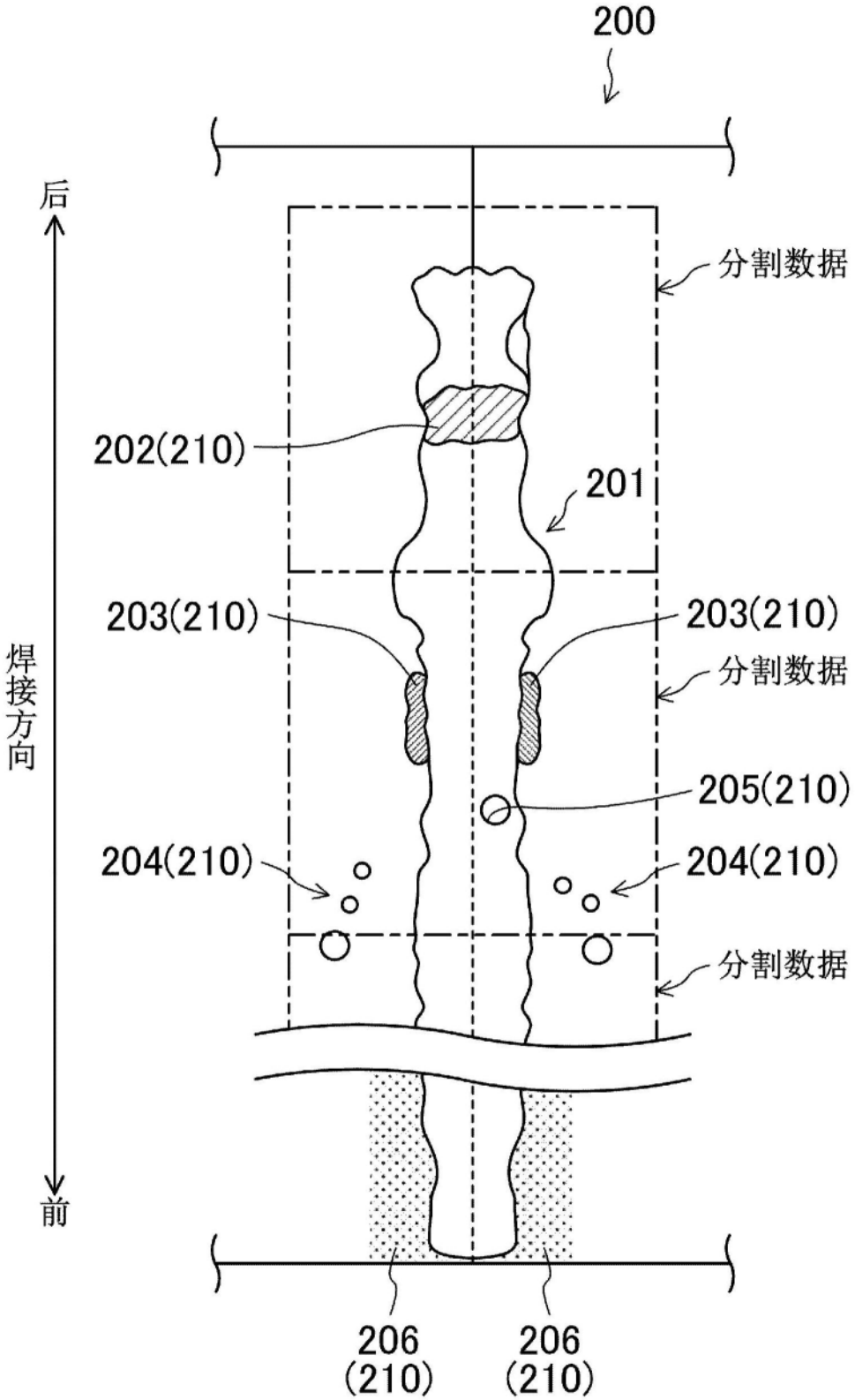

200
后
分割数据
202(210)
201
203(210)
203(210)
分割数据
焊接方向
205(210)
204(210)
204(210)
分割数据
前
206
(210)
206
(210)

图11A

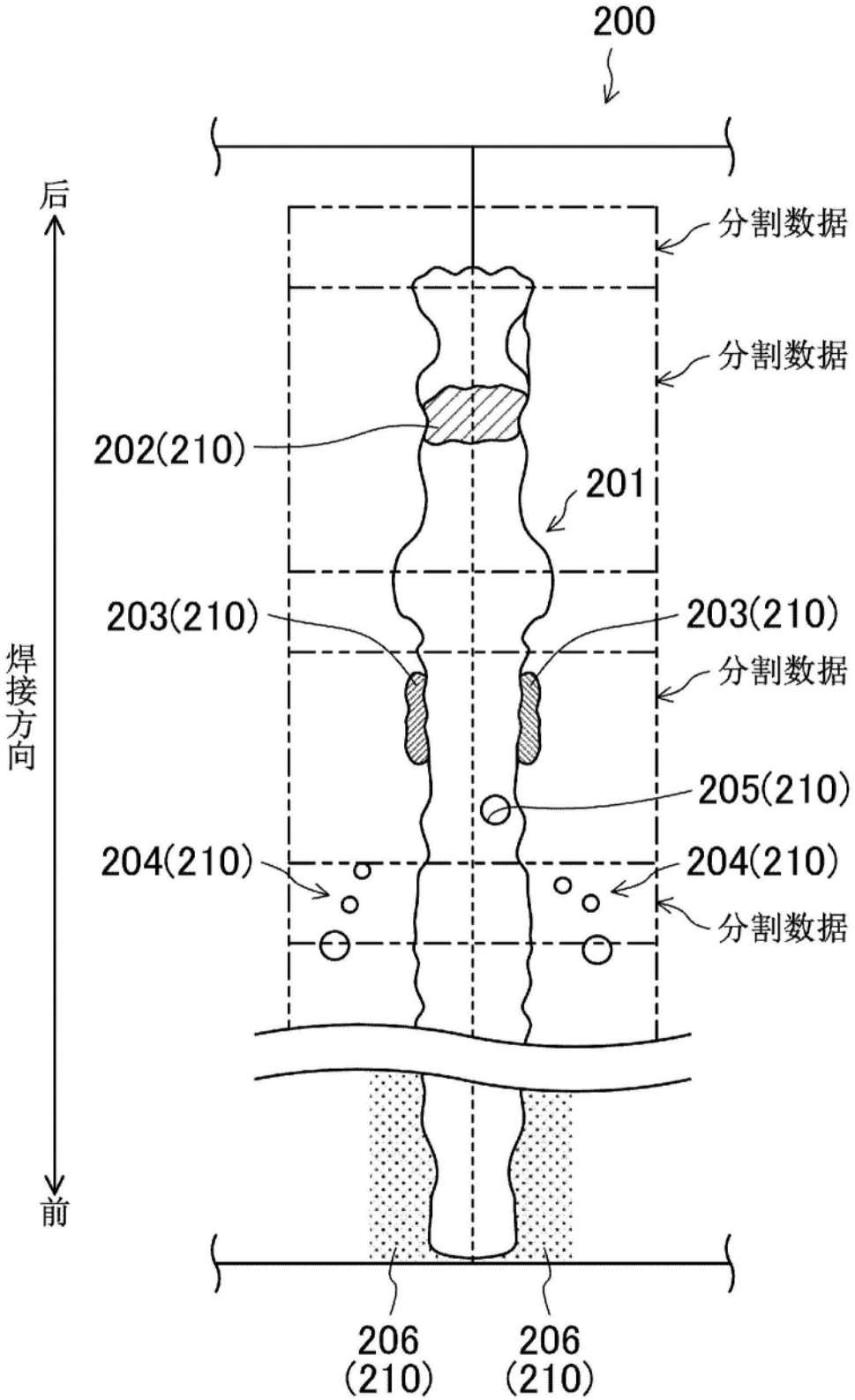

200
后
焊接方向
前
分割数据
分割数据
202(210)
201
203(210)
203(210)
分割数据
205(210)
204(210)
204(210)
分割数据
206
(210)
206
(210)

图11B

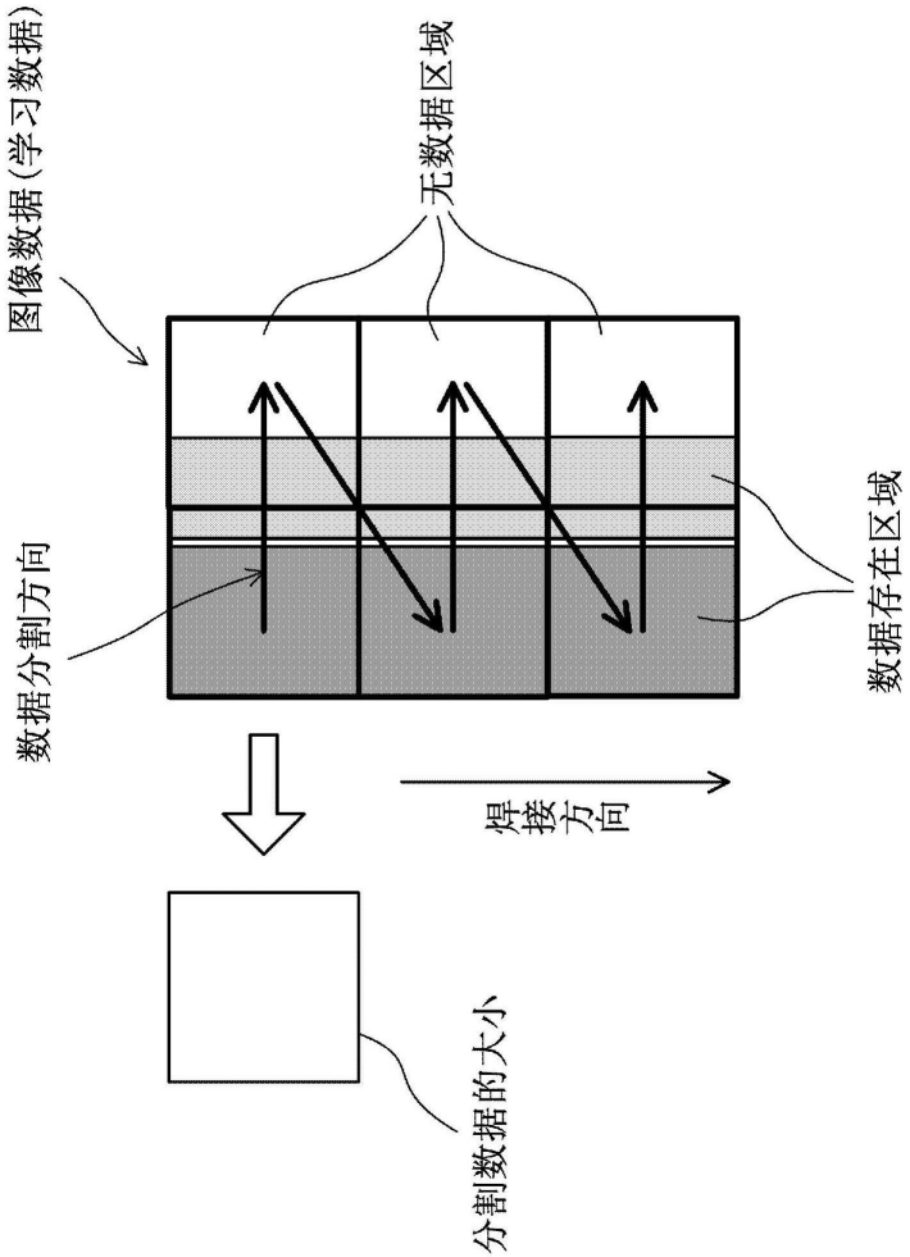


图12

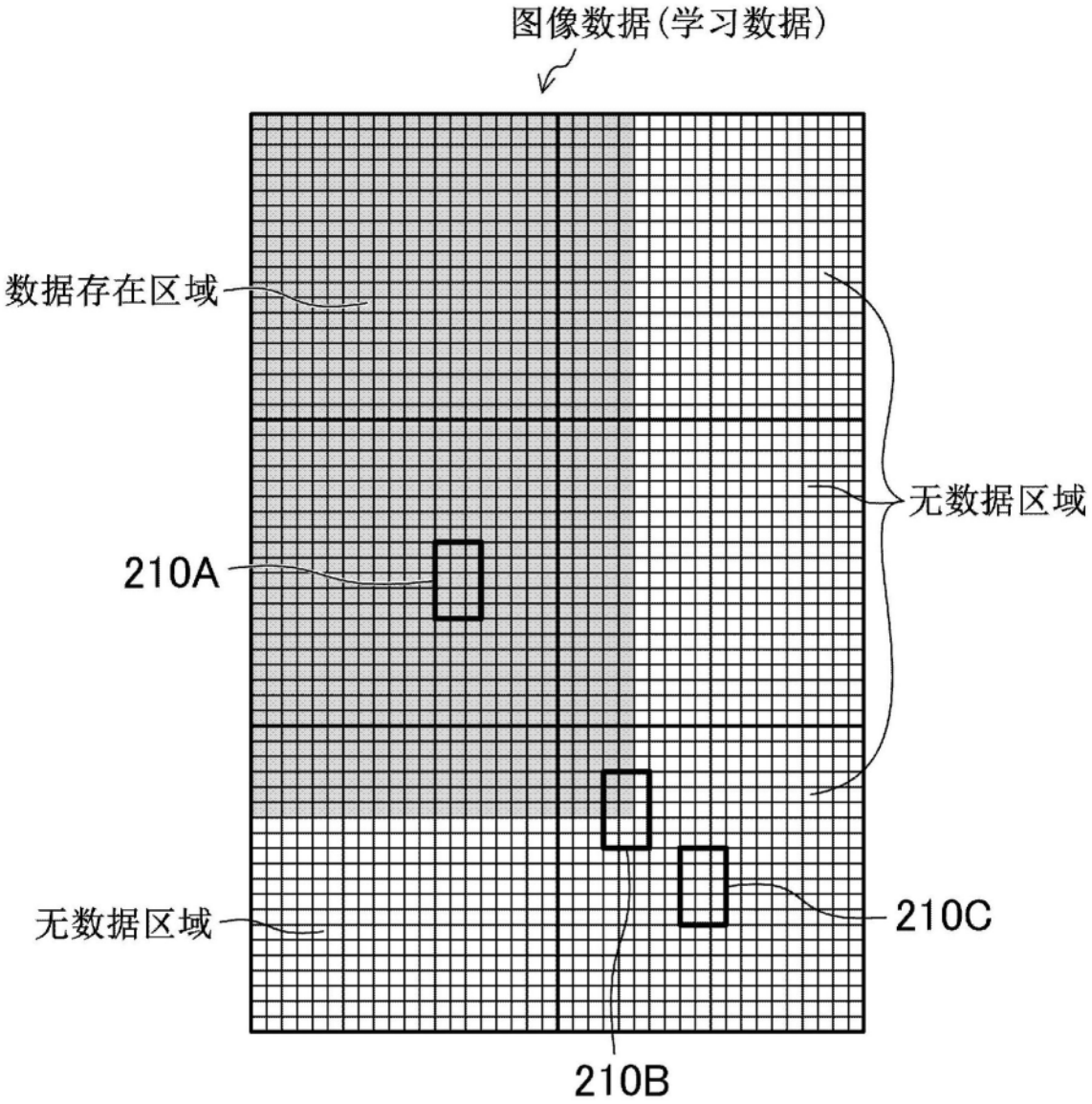

图像数据(学习数据)
数据存在区域
无数据区域
210A
无数据区域
210C
210B

图13A

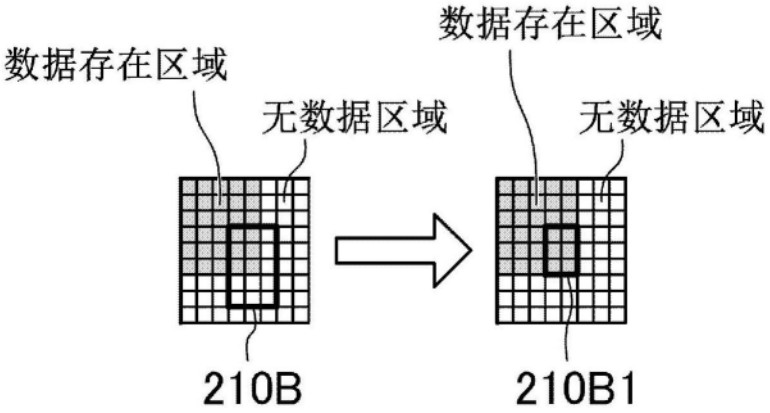

数据存在区域
无数据区域
数据存在区域
无数据区域
210B
210B1

图13B

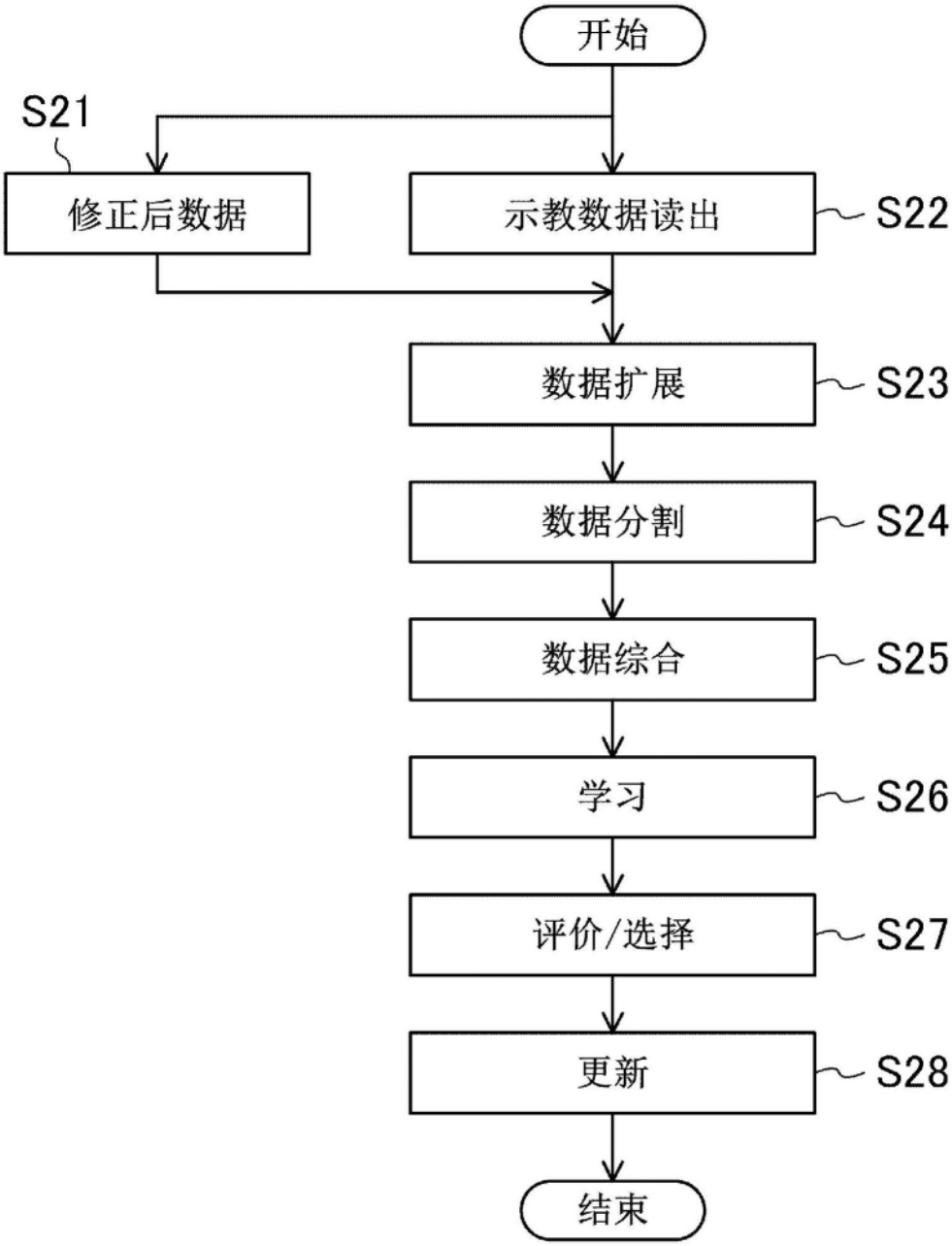

开始
S21
修正后数据
示教数据读出
S22
数据扩展
S23
数据分割
S24
数据综合
S25
学习
S26
评价/选择
S27
更新
S28
结束

图14