



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02148007.9

[43] 公开日 2003 年 5 月 28 日

[11] 公开号 CN 1419992A

[22] 申请日 2002.10.18 [21] 申请号 02148007.9

[30] 优先权

[32] 2001.11.19 [33] JP [31] 353065/2001

[71] 申请人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 北川朋亮 藤田宪 纲谷俊彦

妻鹿雅彦 竹内康

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

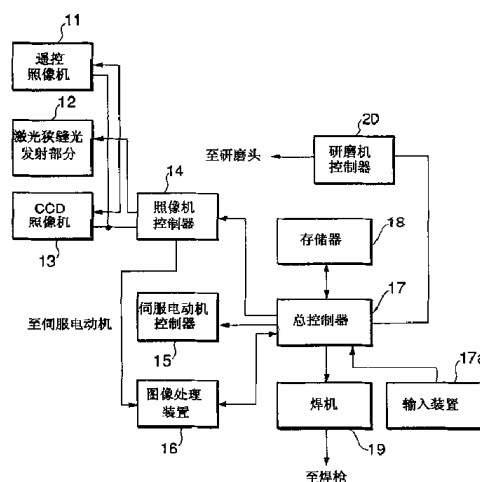
代理人 谷惠敏 关兆辉

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 6 页

[54] 发明名称 自动修复裂缝的方法和用于此方法的设备

[57] 摘要

本发明提供一种自动修复要修复的部件中产生的裂缝的方法和设备。用遥控照像机 11 宽视野拍照叶片 31 之类整个表面得到宽视野图像, 然后通过处理所述的宽视野图像得到叶片表面上的裂缝位置, 用作裂缝的大体位置信息。然后用窄视野基于大体位置信息沿裂缝在预定的间隔上拍照裂缝以得到在预定间隔上的裂缝的位置、宽度和深度, 这组成系列点的裂缝数据, 并且基于系列点处的裂缝数据修复裂缝。



1. 一种自动修复裂缝的方法，具有：

5 第一步骤，用于通过处理以宽视野拍照得到的要修理的部件宽视野图像，得到对裂缝的大体位置的信息，这是裂缝是否存在以及其位置的信息；以及

10 第二步骤，用于得到沿裂缝的系列点的裂缝数据，这是沿裂缝有预定的间隔的各个点处的裂缝位置、宽度和深度的信息，并且是通过处理基于所述的大体位置信息按预定间隔的分开各个点上拍照的裂缝的窄视野图像得到的。

2. 如权利要求 1 所述的自动修复裂缝的方法，提供按照在系列点上的裂缝数据修复裂缝的第三步骤。

15 3. 如权利要求 2 所述的自动修复裂缝的方法，所述第三步骤包括按照这系列点上的裂缝数据研磨裂缝的第四步骤，和按照这系列点上的裂缝信息焊接裂缝的第五步骤。

20 4. 如权利要求 1 所述的自动修复裂缝的方法，所述的在系列点上的裂缝数据在第二步骤用小断面法得到。

25 5. 如权利要求 1 所述的自动修复裂缝的方法，所述的预定的间隔是相邻的拍照点之间的距离，并且在使连接所述的相邻点之间的线段可以看作是直线线段的范围内确定所述距离。

6. 用于修复在要修复的部件中产生的裂缝的自动修复设备，设有：

 第一拍照装置，用于以宽视野拍照所述要修复的部件，以得到其宽视野图像；

30 图像处理装置，用于通过处理所述宽视角图像，得到裂缝的大体

位置信息，这是在要修复的部件中裂缝是否存在以及其位置的信息；
以及

第二拍照装置，用于在基于所述的大体位置信息的具有预定间隔的各点，用窄视野拍照裂缝以得到裂缝的窄视野图像，

5 所述图像处理装置处理所述的窄视野图像，以通过处理所述的窄视野图像得到系列点处的裂缝数据，这是沿裂缝有预定的间隔的各个点处的位置、宽度，和深度的信息。

7. 如权利要求 6 所述的自动修复裂缝的设备，设有修复装置，
10 用以基于所述在系列点上的裂缝数据进行所述裂缝的修复。

8. 如权利要求 6 所述的自动修复裂缝的设备，所述第二拍照装置按照小断面法拍照所述的裂缝。

大体位置信息按预定间隔的分开各个点上拍照的裂缝的窄视野图像得到的。

得到了一系列点上的裂缝数据之后，按照在系列点上的裂缝数据
5 修复裂缝。例如，首先，按照这系列点上的裂缝数据研磨裂缝，然后按照这系列点上的裂缝数据焊接裂缝。小断面法（light section method）用于在系列点上得到所述的裂缝数据，所述的预定的间隔是相邻的拍照点之间的距离，并且在使连接所述的相邻点之间的线段可以看作是直线线段的范围内确定所述距离。

10

由于是通过按图像处理裂缝得到在系列点上的裂缝数据，并且通过按照系列点上的裂缝数据修复裂缝而进行裂缝的修复的，所以可以自动地修复裂缝。

15

而且，根据本发明，用于修复在所述要修复的部件中产生的裂缝的自动修复设备设有：第一拍照装置，用于以宽视野拍照所述要修复的部件以得到其宽视野图像；图像处理装置，用于通过处理所述宽视角图像得到裂缝的大体位置，这是在要修复的部件中裂缝是否存在以及其位置的信息；和第二拍照装置，用于在基于所述的大体位置信息具有预定间隔的各点，用窄视野拍照狭缝以得到裂缝的窄视野图像；
20 和所述处理装置处理所述的窄视野图像，以通过处理所述的窄视野图像得到系列点处的裂缝数据，这是沿裂缝有预定的间隔的各个点处的位置、宽度，和深度的信息。

25

在得到在系列点处的裂缝数据之后，按照在该系列点的裂缝数据研磨裂缝，然后按照在该系列点的裂缝数据焊接裂缝。用小断面法得到所述的系列点的裂缝数据。

30

在焊接领域所用的小断面法是公知的。如在日本专利申请公报 6-344144 中所公开的，在图 6 中，标号 101 是焊枪，102 是 CCD 照像

自动修复裂缝的方法和用于此方法的设备

5 技术领域

本发明涉及一种自动地修复要修复的部件中的裂缝的方法和用于此方法的设备，特别是自动地修复在旋转的机器中的叶片等等中产生的裂缝的方法和用于此方法的设备。

10 背景技术

一般地，由于严峻的工作环境，裂缝易于发生在旋转的机器的叶片上（例如涡轮机的叶片）。因此，在涡轮机等等的运行中需要定期地检查是否产生了裂缝。具体地，在涡轮机运行后检查叶片，并且，如果发现了裂缝就对叶片进行修理。

15

近来已经开发了自动焊接设备。可以通过使用这种自动焊接设备自动地进行焊接。然而，在修理裂缝的情况下，裂缝的状态各不相同，并且难于用自动焊接设备修复裂缝。更加具体地，当通过焊接修复裂缝时，必须按照裂缝的方向、位置、深度等等进行焊接，从而难于用自动焊接设备修复裂缝。因此在叶片等上修复产生的裂缝一直用手工进行，其中，裂缝的位置、宽度、深度等用手识别，研磨裂缝的孔隙，然后在研磨的位置上用手工焊接。

20

当如上所述通过用手识别裂缝的位置、宽度、深度等，研磨裂缝的孔隙，然后在研磨的位置上用手工焊接手工地修复裂缝时，在修理中需要技术娴熟，另外，应当按照仔细的裂缝检查的结果进行研磨和焊接，从而修理在要修复的叶片之类的部件中产生的裂缝。因此，考虑到裂缝状态的多样性，修复叶片之类的部件中产生的裂缝时不可避免地增加工序数量。

25

30

而且由于修理上述裂缝需要技巧，修复的结果取决于焊接工的技能，出现了不能肯定修复了的部件的质量稳定性的问题。

5 为了克服上述的缺点，例如在日本专利申请公报 9-145340 中公开了一种发明，用于减少检查时检测裂缝所需要的工时，或者说用于使这些有关燃气轮机叶片步骤自动化。

10 根据所述的公开，如图 7 (A) 所示，设备含有：探测器（照像机）121 用于探测裂缝；驱动器 122，用于驱动所述的探测器；位置控制器 123，用于控制驱动器的位置；图像处理器 124，用于处理从探测器输入的定子叶片的表面的图像信息；计算单元 125 用于通过从处理的图像测量到的长度以确定损伤的程度，诸如最大的裂缝长度、裂缝长度的和等；存储单元 126，用于储存定子叶片的形状数据。使用此设备，适当地划分检测的图像，把每个划分点 c1、c2、c3...等等的坐标投影到实际形状模型上以确定实际裂缝长度，如图 7 (B) 所示。

20 然而，在上述技术中，没有把分枝的裂缝的情况考虑在内，并且在用宽视野的方式投影时不能确定裂缝的深度，并且在用窄视野的方式投影时，不能判断裂缝的路径。结果降低了裂缝确定的准确性。

发明内容

25 因此本发明的目的是提供一种自动修复裂缝的方法和用于这样的方法中的设备，用之可以以良好的准确性自动修复要修复的部件中产生的裂缝。

30 根据本发明，自动修复裂缝的方法提供有：第一步骤，用于通过处理以宽视野拍照得到的要修理的部件宽视野图像，得到对裂缝的大体位置的信息，这是裂缝是否存在以及其位置的信息；和第二步骤，用于得到沿裂缝的系列位置的裂缝数据，这是沿裂缝有预定的间隔的各个点处的位置、宽度，和深度的信息，并且是通过处理基于所述的

下面举修复涡轮机叶片上产生的裂缝为例说明本发明，然而本发明同样地可以用于修复并非涡轮机叶片的部件（要修复的部件）。

参见图 1，自动裂缝修复设备设有遥控照像机 11、激光狭缝光发射部分（激光狭缝传感器）12、CCD 照像机 13、照像机控制器 14、伺服电动机控制器 15、图像处理装置 16、总控制器 17、输入装置 17a、存储器 18、焊机 19、研磨机控制器 20。进行研磨时，总控制器 17 经研磨机控制器 20 控制研磨头（例如，铅笔式研磨头，图中未示）。另一方面，当进行焊接时，总控制器 17 经焊机 19 控制焊头（图 1 中未示）。

参照图 2，焊枪 21 经总控制器 17 由焊机 19 控制，如下文所述。焊枪 21 安装在传送装置 22 上并由总控制器 17 操作以沿 X、Y、Z 三个方向运动，包括经伺服控制器 15 进行的摆动运动。

在焊枪 21 附近设有供线器 23，进行焊接时，焊接电线由供线器 23 提供到焊枪 21 的顶端部。激光狭缝光发射部分 12 向叶片的裂缝上发射激光狭缝光（通过狭缝的激光）。CCD 照像机 13 沿按相对照射方向成确定角度的倾斜方向接收激光狭缝光，以通过小断面法捕捉裂缝的孔隙部分，并且接收的光发送到照像机控制器 14。激光狭缝光发射部分 12 与 CCD 照像机 13 一起连接到传送装置 22。

如图 2 所示传送装置 22 框接在平台 221 上。一对支承部件 22a 以确定的距离安装在平台 221 上。伸向确定方向（X 方向）的 X 方向支架 22b 放在这对支承部件 22a 上方。

伸向垂直于 X 方向支架 22b 的方向的 Y 方向支架 22c 沿 X 方向相对 X 方向支架 22b 可移动地安装，Y 方向支架 22c 本身可以在 X 方向支架 22b 上沿 Y 方向移动。

机、103 是相对于 CCD 照像机 102 按确定的角度倾斜的激光狭缝灯，105 是凹槽面，106 是图像处理装置，107 是监视器、108 是焊接电极、110 是焊接电线、112 是焊缝、而 114 是干涉滤光片。经狭缝发射的激光束的激光狭缝光 104 与焊线成直角地照射凹槽面 105。经过与所述激光同样波长的干涉滤光片由照像机接收根据所述凹槽形状得到的小断面图像。凹槽的形状通过由图像处理装置 106 处理 CCD 照像机接收的图像确定。例如在短的时间间隔上间断地发射 600-800nm 波长的激光狭缝光，并且进行图像处理，以通过从含有激光狭缝光的图像中衰减不含激光狭缝光的图像，或者通过进行两个图像的“异或”运算取出只含有激光狭缝光的图像。

附图说明

图 1 是方框图，示出根据本发明自动修复裂缝的设备的控制系统的例子。

图 2 是根据本发明自动修复裂缝的设备的驱动机构例。

图 3 示出在旋转体的安装台与倾斜体安装台之间的相对位置关系。

图 4 示出裂缝的拍照位置。

图 5 (A) 示出裂缝的起点的焊接，图 5 (B) 示出裂缝的第一中间点的焊接，图 5 (C) 示出裂缝的第二中间点的焊接，图 5 (D) 示出裂缝的终止点的焊接。

图 6 示意地表示焊接领域的小断面方法。

图 7 (A) 是现有技术的裂缝修复设备的方框图，而图 7 (B) 是示出从投影图像的长度确定实际长度的程序的方框图。

具体实施方式

现在参照附图详细说明本发明的一个优选实施例。然而除非特别说明，实施例中构成部分的尺寸、材料、相对位置如此等等只是解说性的而不是当作本发明范围的限制。

在图 2 的例子中，Y 方向支架 22c 的一端分枝成 T 形。在 T 形部分的一个端侧连接在第一 Z 方向支架 22d 上，而在 T 形部分的另一个端侧连接到第二 Z 方向支架 22e 上。第一和第二 Z 方向支架 22d 和 22e 可以沿既垂直于 X 方向支架 22b 又垂直 Y 方向支架 22c 的方向（Z 方向）移动。

所述激光狭缝光发射部分 12 和 CCD 照像机 13 经旋转体 22f 连接到第一 Z 方向支架 22d 上，而所述的焊枪 21 经焊枪旋转部件 22g 和焊枪摆动部件 22h 连接到第二 Z 方向支架 22e 上。而且，具有用于定位受修复部件（叶片）的安装台 24a 的安装座 24 安装在平台 221 上。安装台旋转体 24b 和安装台倾斜体 24c 设在安装座 24 上，并且由安装台旋转体 24b 和安装台倾斜体 24c 沿三个轴线方向驱动安装台 24a，如后文所述。

下面说明如上所述构成的自动裂缝修复设备的工作。

首先把叶片 31，也就是要修复的部件放在安装台 21a 上。在叶片 31、所述旋转体 24b，和倾斜体 24c 之间的位置关系如图 3 所示。然后，识别叶片 31 中的裂缝的位置、方向、宽度和深度。具体地，多个要修复的部件的每个的三维信息储存在存储器 18 中，并且，总控制器 17 根据输入装置 17a 给出的叶片选择指令读取有关的三维信息，以从存储器 18 识别有关叶片的三维图像。

总控制器 17 让遥控照像机 11 能够经照像机控制器 14 拍照全部叶片 31 的照片。把整个叶片 31 的图像发送到图像处理装置 16，后者通过遮光识别是否存在裂缝和分枝点及其大体位置。通过基于所述的整个图像的信息进行内插确定裂缝的大体位置（三维坐标）。就是说，在图像处理装置 16 中基于遥控照像机 11 拍照的照片得到裂缝的信息，包括裂缝是否存在，和分枝点及其大体位置(包括其方向)。把裂缝信息传送到总控制装置 17。

确定裂缝的大体位置之后，总控制器 17 让 Y 方向支架 22c 由伺服电动机（附图中未示出）经伺服电动机控制器 15 沿 X 和 Y 方向移动以把第一 Z 方向支架 22d 定位在安装台 24a（预先确定安装台 24a 的位置是）上方。

而且，总控制器 17 让第一 Z 方向支架 22d 能够经伺服电动机控制器 15 基于所述裂缝的大体位置沿三个轴线方向细调，并且照像机控制器 14 让照像机旋转体 22f 能够被旋转，从而相对于裂缝的起始点将激光狭缝光发射部分 12 和 CCD 照像机 13 定位到确定的位置。即，对激光狭缝光发射部分 12 进行定位，使激光狭缝光可穿过裂缝的孔隙，并且对 CCD 照像机 13 进行定位，使之沿与激光狭缝光以确定的角度倾斜的方向接收激光狭缝光。

然后，总控制器 17 经照像机控制器 14 让激光狭缝光从激光狭缝光发射部分 12 发射，激光狭缝光由 CCD 照像机 13 接收。接收到的光从 CCD 照像机 13 经照像机控制器 14 作为裂缝图像送到图像处理装置 16。由于照像机 23 摄取的图像是用小断面法摄取的图像，可以用图像处理装置 16 从所述裂缝图像识别裂缝的深度。从而用图像处理装置 16 从 CCD 照像机摄取的图像确定裂缝起点的宽度、深度，和位置（坐标）（以下称为裂缝的起点数据）。

然后，总控制器 17 控制第一 Z 方向支架 22d 和照像机旋转体 22f，以按照裂缝的大体位置信息把激光狭缝光发射部分 12 和 CCD 照像机 13 移动预定的距离（间隔）（这个新位置称为第一中间点）。用小断面法摄取裂缝的图像，以确定裂缝在第一中间点的宽度、深度和位置（坐标）（以下称裂缝的第一中间点数据）。

从而通过移动激光狭缝光发射部分 12 和 CCD 照像机 13，并且用小断面法按裂缝的大体位置信息摄取裂缝的照片，持续移动并拍照

预定的距离。当激光狭缝光发射部分 12 和 CCD13 被移动到第 n 个中间点时，确定在第 n 个（ n 是 1 和 N 之间的整数，而 N 是等于可大于 1 的整数）中间点的裂缝的宽度、深度和位置（坐标）。确定了裂缝的终止点处的的宽度、深度和位置（坐标）（以下称之为裂缝的终止点数据）时裂缝的确定就完成了。

当如图 4 所示，裂缝具有分枝点 B1 时，裂缝的确定又从分枝点 B1 开始进行到分枝的终点 B2（这由图中的实箭头线示出），这被识别为一个裂缝。

另一方面，拍摄从该分支的起始点 B3 到该分支的终止点 B4 的该裂缝的另一个分支，将其识别为另一个裂缝（这由图中的虚线箭头表示）。

在裂缝起点、在第 n 个中间点和在终止点的裂缝信息送到总控制器 17，该总控制器 17 让存储器 18 把每个点的信息储存为系列点的裂缝数据。

对叶片 31 上的所有裂缝的系列点的裂缝数据确定完之后，对每个裂缝进行研磨。研磨是基于储存在存储器 18 中的系列点的裂缝数据进行的。连接相邻的点的直线的方向在总控制器 17 中确定。研磨控制器 20 被控制得让，例如，铅笔型研磨头（图中未示）能够按照预定的研磨程序依据系列点片的裂缝数据研磨裂缝。例如，所述研磨头连接在第二 Z 方向支架 22e 上，控制第二 Z 方向支架 22e，以便使研磨头按系列点的裂缝数据移动以研磨裂缝。

在裂缝研磨完毕之后，进行裂缝焊接。研磨是以把研磨头指向与每个直线段成直角的方向的方式在系列点的每个点进行的。

在焊接时，焊枪 21 和供线器 23 也是根据系列点处的裂缝数据进

行控制的。

5 在图 5 中，假定系列点处的裂缝数据含有起点、第一中间点、第二中间点和终止点。首先把焊枪 21 的头（焊枪头）21a 指向与起点的直线段成直角，并且对起点进行焊接，如图 5（A）所示。类似地分别根据系列点处的裂缝数据对第一中间点 A2、第二中间点 A3，和终止点 A4 进行焊接，如图 5（B）-图 5（D）所示。根据裂缝的宽度和深度进行所谓的多层焊接。就是说，根据每个确定的深度进行焊接，并且在裂缝深的点进行多层焊接。

10

在以上说明中，遥控照像机 11 用于摄取整个叶片 31 表面的照片，然而，可以用一个照像机摄取整个叶片 31 表面的照片，并且采取小断面法拍照。在此情况下，采用具有调焦镜头的照像机，并且可以用宽视野和窄视野进行拍照。小断面法拍照用窄视野进行。

15

可以用所谓遮盖拍照代替小断面法。在此情况下使用高度传感器，因为尽管可以用遮盖拍照确定裂缝的位置和宽度但是不能够确定狭缝的深度。

20

在用窄视野拍照狭缝时，从起点经第 n 个中间点至终止点的各点之间的间隔确定得可以把此间隔视为直线。通过这样地确定间隔，沿裂缝的焊接能够方便地进行。

25

如前所述，根据本发明，当修复叶片之类的要修复的部件中产生的裂缝时，裂缝的位置从通过宽视野地拍照的要修复的部件整个表面的照片中以大体位置信息的形式得到，然后用窄视野基于大体位置信息沿裂缝以预定的间隔拍照裂缝以得到在每一个预定间隔上的裂缝的位置、宽度和深度，它们组成了系列点的裂缝数据，并且基于系列点处的裂缝数据修复裂缝。

30

从而本发明产生了可以用良好的准确性自动地修复要修复的部件中产生的裂缝的效果。

图1

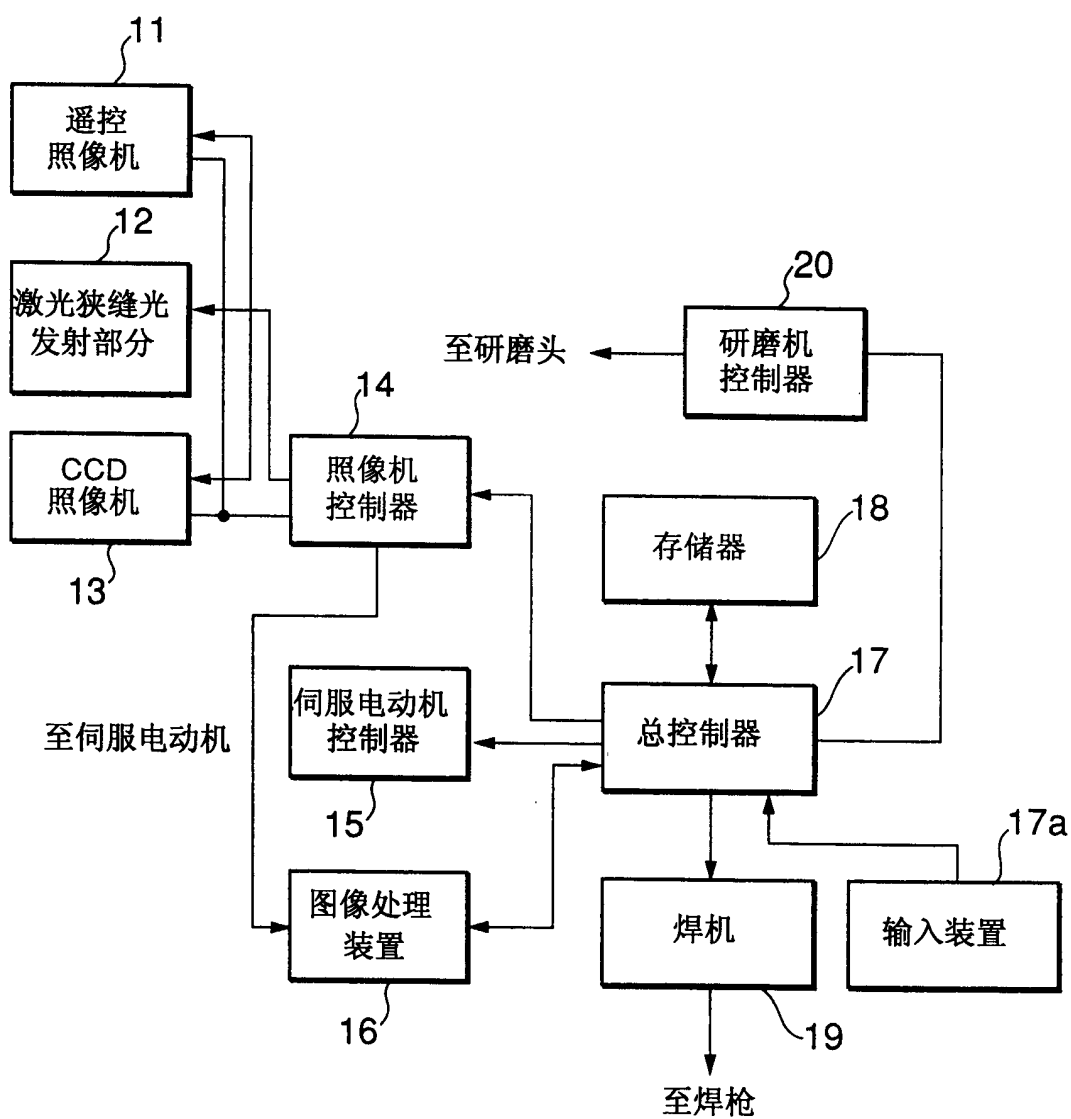


图3

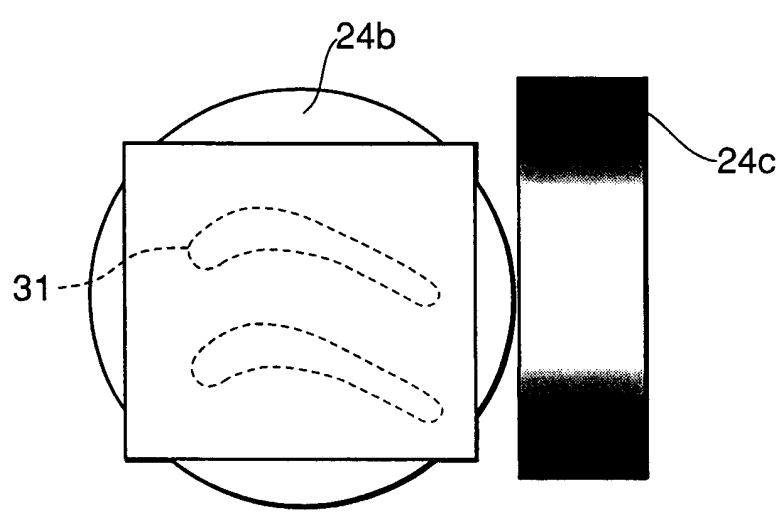


图4

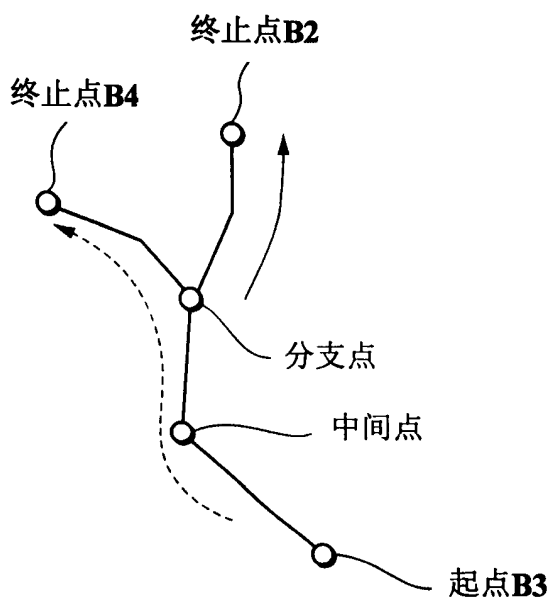


图5(A)

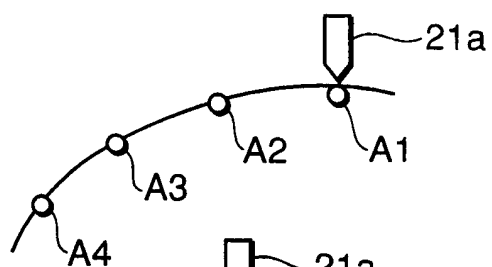


图5(B)

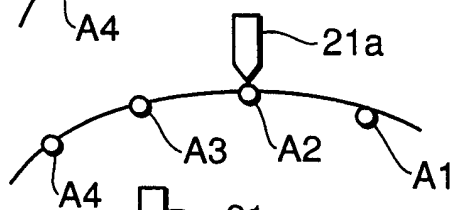


图5(C)

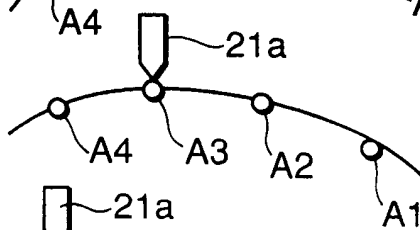


图5(D)

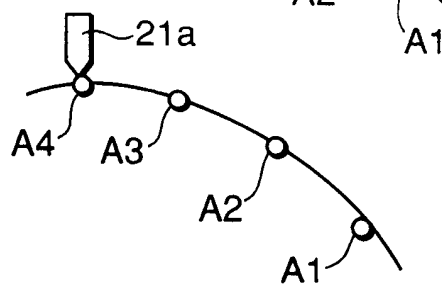


图6

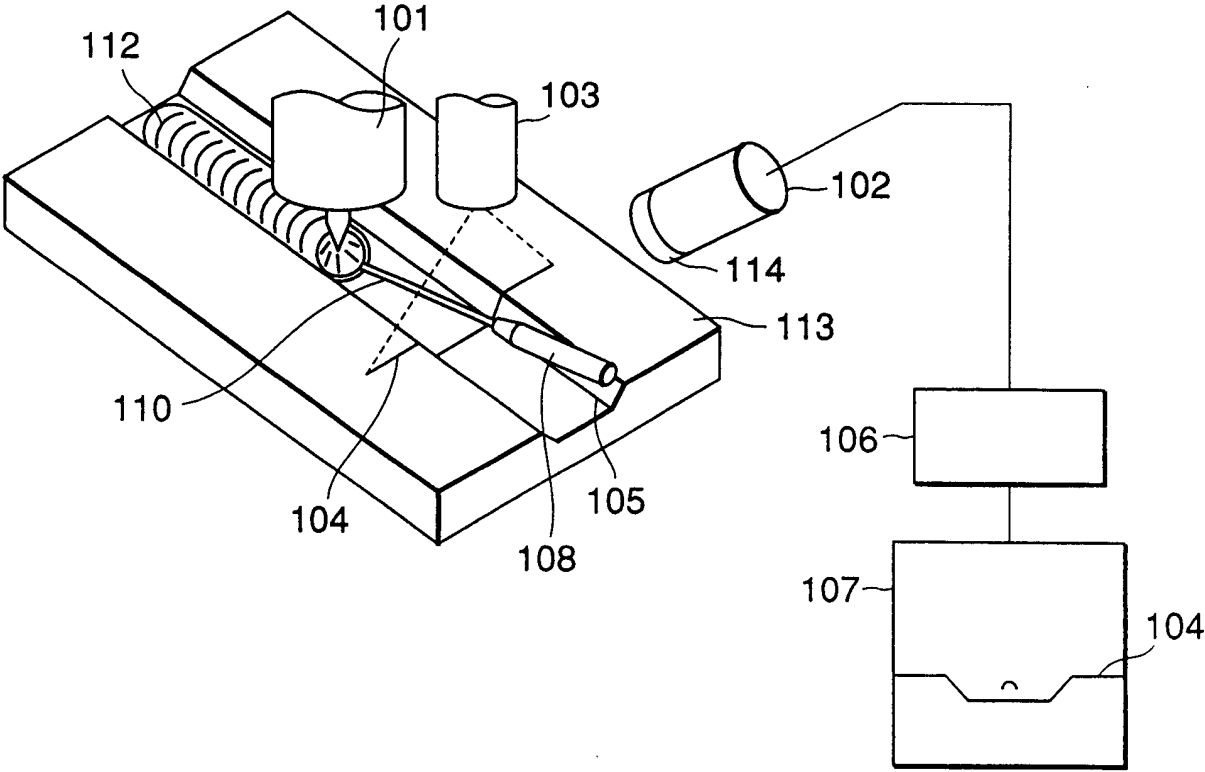


图7(A)

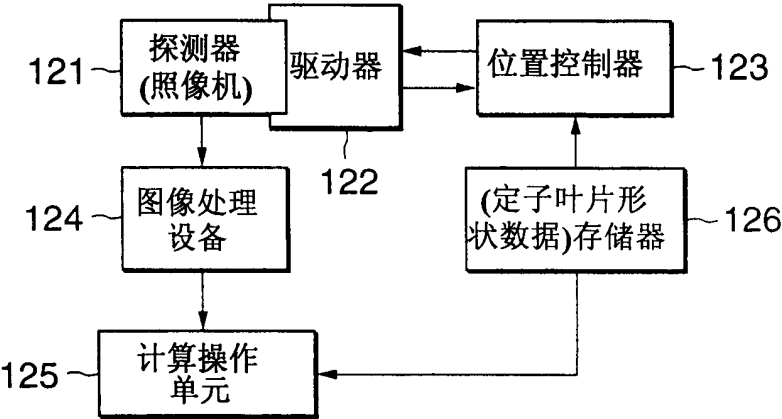


图7(B)

