

## (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

2021年5月14日 (14.05.2021)



WIPO | PCT



(10) 国际公布号

WO 2021/088247 A1

(51) 国际专利分类号:

G01N 23/00 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2020/070988

(22) 国际申请日:

2020年1月8日 (08.01.2020)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

201911073340.6 2019年11月6日 (06.11.2019) CN

(71) 申请人: 江苏金恒信科技股份有限公司 (JIANGSU JINHENG INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD) [CN/CN]; 中国江苏省南京市六合区中山科技园科创大道9号A5栋五层, Jiangsu 211500 (CN)。

(72) 发明人: 孙茂杰(SUN, Maojie); 中国江苏省南京市六合区中山科技园科创大道9号A5栋五层,

Jiangsu 211500 (CN)。徐海宁(XU, Haining); 中国江苏省南京市六合区中山科技园科创大道9号A5栋五层, Jiangsu 211500 (CN)。张楠(ZHANG, Nan); 中国江苏省南京市六合区中山科技园科创大道9号A5栋五层, Jiangsu 211500 (CN)。杨文(YANG, Wen); 中国江苏省南京市六合区中山科技园科创大道9号A5栋五层, Jiangsu 211500 (CN)。苏循亮(SU, Xunliang); 中国江苏省南京市六合区中山科技园科创大道9号A5栋五层, Jiangsu 211500 (CN)。周鼎(ZHOU, Ding); 中国江苏省南京市六合区中山科技园科创大道9号A5栋五层, Jiangsu 211500 (CN)。

(74) 代理人: 北京弘权知识产权代理事务所(普通合伙) (CHINABLE IP); 中国北京市朝阳区安定路35号六层35-10-2内620室, Beijing 100029 (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,

(54) Title: ALLOY ANALYSIS VISUAL POSITIONING METHOD AND APPARATUS, AND ALLOY ANALYSIS SYSTEM

(54) 发明名称: 合金分析视觉定位方法、装置及合金分析系统

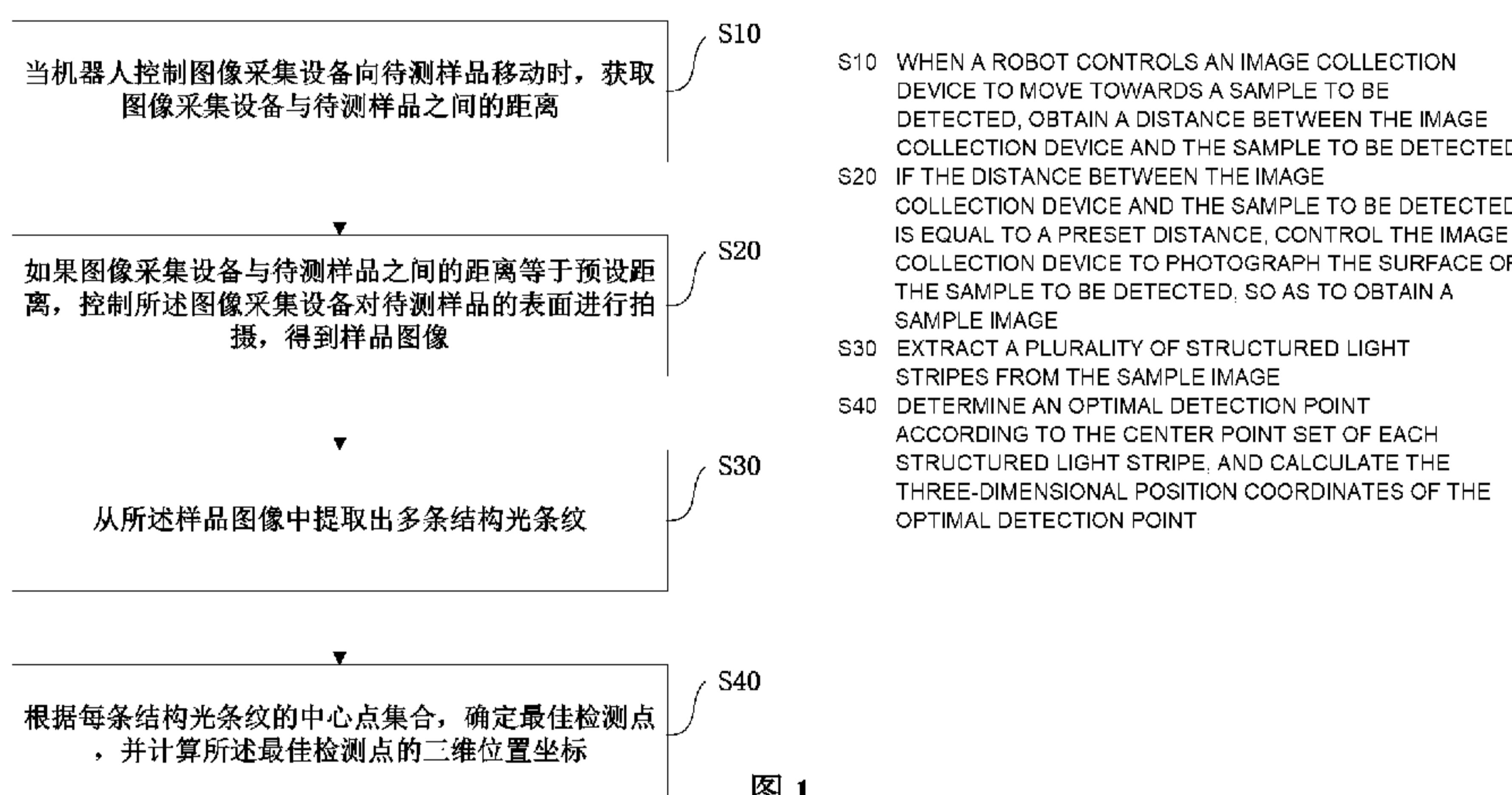


图 1

(57) Abstract: An alloy analysis visual positioning method and apparatus, and an alloy analysis system. The method comprises: when a robot (1) controls an image collection device (42) to move towards a sample (100) to be detected, obtaining a distance between the image collection device (42) and the sample (100) to be detected (S10), wherein the image collection device (42) is provided with a structured light source (41); if the distance between the image collection device (42) and the sample (100) to be detected is equal to a preset distance, controlling the image collection device (42) to photograph the surface of the sample (100) to be detected, so as to obtain a sample image (S20); extracting a plurality of structured light stripes from the sample image (S30); and determining an optimal detection point according to the center point set of each structured light stripe, and calculating the three-dimensional position coordinates of the optimal detection point (S40), wherein the center point set comprises the remaining pixel points of the structured light stripe excluding the pixel points of edge regions at two sides. The method can calculate the three-dimensional position coordinates of the optimal detection point only by photographing one sample image in the detection region, reduces the amount of calculation, does not need a complex image processing process, and is higher in calculation and positioning efficiency.

WO 2021/088247 A1



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, 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, 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))。

**(57) 摘要:** 一种合金分析视觉定位方法、装置及合金分析系统, 当机器人(1)控制图像采集设备(42)向待测样品(100)移动时, 获取图像采集设备(42)与待测样品(100)之间的距离(S10); 其中, 图像采集设备(42)配备有结构光源(41); 如果图像采集设备(42)与待测样品(100)之间的距离等于预设距离, 控制图像采集设备(42)对待测样品(100)的表面进行拍摄, 得到样品图像(S20); 从样品图像中提取出多条结构光条纹(S30); 根据每条结构光条纹的中心点集合, 确定最佳检测点, 计算最佳检测点的三维位置坐标(S40); 中心点集合包括结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像素点。该方法在检测区域只需拍摄一幅样品图像, 即可计算出最佳检测点的三维位置坐标, 计算量减少, 且无需复杂的图像处理过程, 计算和定位效率更高。

## 合金分析视觉定位方法、装置及合金分析系统

本申请要求在 2019 年 11 月 6 日提交中国专利局、申请号为 201911073340.6、发明名称为“合金分析视觉定位方法、装置及合金分析系统”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。  
5

### 技术领域

本发明涉及视觉检测技术领域，尤其涉及一种合金分析视觉定位方法、装置及合金分析系统。

### 背景技术

10 随着光学、计算机及图像处理等技术的发展，光学非接触测量集测量速度快、测量精度高等优点，广泛应用于各个领域。比如，在钢铁行业，由于产品的多样化，其生产水平亦趋于自动化和精细化，为防止不同钢种混号，需要对成品盘条进行合金成份分析。

15 在进行合金分析时，目前多采用结构光测量系统来定位样品表面最佳检测点的位置，结构光测量系统主要由结构光投影装置、摄像机、图像采集处理系统组成。测量原理是向被测物体投射一定结构的光，如点光源、线光源或光栅，结构光受被测物体表面信息的调制而发生形变，利用摄像机获取变形的结构光条纹图像，从而获得最佳检测点的三维位置信息。

20 在利用结构光测量系统进行最佳检测点定位计算时，目前一般采用相位测量方法，其原理是通过有一定相位差的多幅光栅条纹图像计算图像中每个像素的相位值，然后根据相位值计算物体的三维信息。然而，在实际生产过程中，成品盘条和盘卷的直径变化范围较大，分别为 5mm~34mm 和 1.2m~1.5m，当不同规格的成品盘条和盘卷组合时，就需要拍摄至少三幅光条栅格图像来计算相位值，导致计算量大、定位效率低。

### 发明内容

25 为解决上述背景技术中所述的问题，本发明提供一种合金分析视觉定位方法、装置及合金分析系统。

第一方面，本发明提供一种合金分析视觉定位方法，所述方法包括：

当机器人控制图像采集设备向待测样品移动时，获取图像采集设备与待测样品之间的距离；其中，所述图像采集设备配备有结构光源；

30 如果图像采集设备与待测样品之间的距离等于预设距离，控制所述图像采集设备对待测样品的表面进行拍摄，得到样品图像；所述结构光源产生的结构光经所述待测样品的表面反射后，被所述图像采集设备接收，使所述样品图像中包括携带有待测样品表面形变特征的结构光条纹；

从所述样品图像中提取出多条结构光条纹；

35 根据每条结构光条纹的中心点集合，确定最佳检测点，并计算所述最佳检测点的三维位置坐标；其中，所述中心点集合包括结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像

素点。

可选地，所述从所述样品图像中提取出多条结构光条纹，包括：

获取所述样品图像中像素点的亮度值；

判断所述亮度值是否大于阈值；

5 如果所述亮度值大于阈值，则所述像素点为目标点；

对所述样品图像中所有的目标点进行提取，得到多条所述结构光条纹。

可选地，所述根据每条结构光条纹的中心点集合，确定最佳检测点，包括：

根据每条结构光条纹的中心点集合，以及结构光受所述待测样品表面的调制而发生形变特性，筛选出所述图像采集设备的拍摄区域内待测样品表面的最凸点；

10 将所述最凸点作为所述最佳检测点。

可选地，所述筛选出所述图像采集设备的拍摄区域内待测样品表面的最凸点，包括：

对所述中心点集合中各像素点的y坐标进行排序，获取最大y坐标值对应的像素点坐标( $x_i, y_i$ )；其中， $i$ 表示结构光条纹的序号， $1 \leq i \leq N$ ， $N$ 为样品图像中提取出的结构光条纹的数量；

15 根据所述图像采集设备、所述结构光源与所述待测样品之间的相对位置关系，利用三角测距方法，计算( $x_i, y_i$ )对应的深度坐标 $Z_i$ ；

从深度坐标 $Z_i$ 中筛选出最小深度坐标，并将所述最小深度坐标对应的像素点作为所述最凸点。

可选地，所述获取所述最佳检测点的三维位置坐标，包括：

20 获取图像坐标系与世界坐标系的转换关系；

根据所述转换关系，获取所述样品图像中最佳检测点在世界坐标系中对应的坐标(X, Y)；

根据所述图像采集设备、所述结构光源与所述待测样品之间的相对位置关系，利用三角测距方法，计算所述最佳检测点的深度坐标 $Z$ ，得到所述最佳检测点的三维位置坐标(X, Y, Z)。

25 可选地，所述方法还包括：

设定所述结构光条纹的兴趣区域，所述兴趣区域为结构光条纹中除两侧边缘区域之外的条纹区域；

将所述兴趣区域中包括的像素点组成所述中心点集合。

30 可选地，所述方法还包括：在所述样品图像中对所述最佳检测点进行标记。

第二方面，本发明还提供一种合金分析视觉定位装置，用于实现如第一方面所述的合金分析视觉定位方法，包括图像采集设备、结构光源、激光测距传感器和控制器，所述合金分析视觉定位装置与机器人连接，所述结构光源、所述机器人、所述图像采集设备和所述激光测距传感器分别与所述控制器电连接；所述激光测距传感器用于检测图像采集设备与待测样品之间的距离；

其中，所述控制器被配置为执行如下程序步骤：

控制所述图像采集设备向待测样品移动；

获取图像采集设备与待测样品之间的距离；

如果图像采集设备与待测样品之间的距离等于预设距离，控制所述图像采集设备对待

测样品的表面进行拍摄，得到样品图像；所述结构光源产生的结构光经所述待测样品的表面反射后，被所述图像采集设备接收，使所述样品图像中包括携带有待测样品表面形变特征的结构光条纹；

从所述样品图像中提取出多条结构光条纹；

根据每条结构光条纹的中心点集合，确定最佳检测点，并计算所述最佳检测点的三维位置坐标；其中，所述中心点集合包括结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像素点。

可选地，所述装置还包括底板和外护罩，所述外护罩的前端面板透明，所述外护罩的后端固定在所述底板上；图像采集设备和结构光源固定在所述底板上，并且图像采集设备和结构光源位于所述外护罩的内部；所述激光测距传感器设置于所述外护罩的顶部。

可选地，所述图像采集设备和结构光源的轴心处于同一竖直平面上。

第三方面，本发明还提供一种合金分析系统，包括机器人、支架、合金分析仪以及如第二方面所述的合金分析视觉定位装置，所述机器人与所述合金分析仪通过所述支架连接，所述合金分析视觉定位装置设置在所述支架上，所述合金分析仪和所述合金分析视觉定位装置相邻设置且均朝向待测样品，所述控制器还与所述合金分析仪电连接；

其中，所述控制器被配置为执行如下程序步骤：

控制机器人运动，使所述合金分析仪移动至最佳检测点的三维位置坐标所对应的位置；

控制所述合金分析仪启动，以对所述最佳检测点处进行合金分析。

本发明具备的有益效果如下：当机器人控制图像采集设备向待测样品移动时，获取图像采集设备与待测样品之间的距离，如果该距离等于预设距离时，则可将图像采集器移动到最佳的拍摄位置，以保证结构光条纹的拍摄效果。样品图像中包括背景和结构光条纹，本发明从样品图像中提取出多条结构光条纹，从而将背景与结构光条纹分离，以便后续图像处理时提高最佳检测点定位的准确性和效率。在多条结构光条纹提取后，获取每条结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像素点的坐标，得到每条结构光条纹的中心点集合，根据每条结构光条纹的中心点集合，结合结构光受所述待测样品表面的调制而发生形变特性，可以确定出待测样品表面的凹凸性，从而筛选出最佳检测点，并最终得到最佳检测点的三维位置坐标，可以利用机器人将合金分析仪的探头移动至该最佳检测点的三维位置坐标对应的位置处，从而完成视觉定位和合金分析过程。本发明在检测区域只需拍摄一幅样品图像，即可计算出最佳检测点的三维位置坐标，计算量减少，且无需复杂的图像处理过程，计算和定位效率更高。

## 附图说明

图 1 为本发明一实施例示出的一种合金分析视觉定位方法的流程图；

图 2 为本发明一实施例示出的具有结构光条纹的样品图像示意图；

图 3 为本发明一实施例示出的标记最佳检测点后的样品图像示意图；

图 4 为本发明一实施例示出的最佳检测点的深度坐标 Z 的检测原理示意图；

图 5 为本发明另一实施例示出的合金分析视觉定位装置的控制流程图；

图 6 为本发明另一实施例示出的合金分析视觉定位装置的正面结构示意图；

图 7 为本发明另一实施例示出的合金分析视觉定位装置的背面结构示意图；

图 8 为本发明又一实施例示出的合金分析系统的结构示意图；

图 9 为本发明又一实施例示出的支架与合金分析视觉定位装置、合金分析仪的连接结构示意图。

## 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、完整的描述，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。基于本发明中的实施例，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，都属于本发明保护的范围。

如图 1 所示，本发明一实施例提供一种合金分析视觉定位方法，所述方法包括：

步骤 S10，当机器人控制图像采集设备向待测样品移动时，获取图像采集设备与待测样品之间的距离；其中，所述图像采集设备配备有结构光源。

由于本发明采用视觉定位，需要利用图像采集设备拍摄待测样品表面的图像，以便确定最佳检测点，因此可利用机器人控制图像采集设备向待测样品移动，以调节图像采集设备与待测样品之间的相对位置和距离，从而定位图像采集设备的拍摄位置，可以选择测距装置来检测图像采集设备与待测样品之间的距离，比如激光测距仪、光纤测距仪等，本实施例对测距方式不作限定。

本发明中的图像采集设备可选为工业相机，待测样品可以为盘条或盘卷，或者其他需要进行合金分析的样品，本发明对此不作限定。本发明在进行样品表面图像采集时，配备的光源为结构光源，可以产生结构光，基于结构光受待测样品表面的调制而发生形变的特性原理，结构光经待测样品的表面反射后被图像采集设备接收，从而使图像采集设备拍摄到样品图像具有携带样品表面真实形变特征的结构光条纹。

步骤 S20，如果图像采集设备与待测样品之间的距离等于预设距离，控制所述图像采集设备对待测样品的表面进行拍摄，得到样品图像。

在进行合金分析之前，可以根据待测样品的特点，预先设定所述预设距离，以保证图像采集设备能够在较佳的拍摄距离处采集样品图像，保证图像拍摄效果。在当机器人控制图像采集设备向待测样品移动的过程中，可以实时获取图像采集设备与待测样品之间的距离，并判断图像采集设备与待测样品之间的距离是否等于预设距离，如果判断结果是不等于，则需要继续控制机器人调节图像采集设备的位置，直至判断结果为等于为止，则图像采集设备的拍摄位置定位完成，可以控制图像采集设备启动并对待测样品表面进行拍摄，从而采集到样品图像，具有结构光条纹的样品图像如图 2 所示。可选地，样品图像采集后可以保存在一个固定的路径下，这样在后续进行图像处理时，可以直接读取该路径中存储的样品图像。可选地，所述预设距离为 200mm~400mm。

步骤 S30，从所述样品图像中提取出多条结构光条纹。

由于成像系统、传输介质和记录设备等的不完善，数字图像在其形成、传输记录过程中往往受到多种噪声的污染，为了消除图像中混入的噪声并识别提取图像特征，可选地，采用由一个像素邻域中的灰度级的中值来代替该像素的值的方式进行滤波操作，图像降噪的方式不限于本实施例所述。另外，本领域技术人员还可根据实际处理需求，对样品图像进行其他处理，比如图像增强等，具体可参照现有图像处理方法，本实施例不再赘述。

如图 2 所示，是以盘条样品为例拍摄的图像，样品图像主要包括两部分，一部分是暗色钢筋的背景（即图中的黑色部分），另一部分是结构光条纹（即图中具有形变的多条白

色条纹)，由于结构光条纹和黑色背景具有其各自明显的特征，亮度不同，所以可以预设一个阈值  $T$ ，阈值  $T$  用于区分对背景和结构光条纹进行分割，故本发明中需要采集图像中像素点  $(x, y)$  处的亮度值  $f(x, y)$ ，并判断亮度值  $f(x, y)$  是否大于阈值  $T$ ，如果  $f(x, y)$  大于  $T$ ，则像素点  $(x, y)$  为目标点，所述目标点是组成多条结构光条纹的像素点，否则，像素点  $(x, y)$  则为背景点。通过这种方式，可以提取出一系列的目标点，所有目标点可以组成多个结构光条纹，比如图 2 所示的样品图像中，提取出 7 个结构光条纹。

步骤 S40，根据每条结构光条纹的中心点集合，确定最佳检测点，并计算所述最佳检测点的三维位置坐标；其中，所述中心点集合包括结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像素点。

参照图 2，本发明中每条结构光条纹可以包括两种条纹区域，一种是左右两侧的边缘区域，另一种除左右两侧边缘区域之外的偏中间的条纹区域，最佳检测点一般在偏中间的条纹区域中进行选取。在提取出多条结构光条纹后，根据设定的结构光条纹对应的 ROI (region of interest，感兴趣区域)，将每条结构光条纹中偏中间的条纹区域圈定为 ROI，则 ROI 中所包括的全部像素点组成所述中心点集合。

申请人在实践中发现，结构光受所述待测样品表面的调制而发生形变特性为：由于待测样品的表面存在凹凸性，会使照射到待测样品表面的结构光发生相位调制，造成待测样品越凸出的部分对应的光条纹像素点越偏下，反之，待测样品越凹进去的部分对应的光条纹像素点越偏上。因此，可以利用样品图像中的结构光条纹信息来解析样品表面的凹凸性，从而确定最佳检测点。本发明是根据每条结构光条纹的中心点集合，并基于上述结构光受所述待测样品表面的调制而发生形变特性，筛选出所述图像采集设备的拍摄区域内待测样品表面的最凸点，并将所述最凸点作为所述最佳检测点。

进一步地，所述筛选出所述图像采集设备的拍摄区域内待测样品表面的最凸点，包括：

步骤 (A)：对所述中心点集合中各像素点的  $y$  坐标进行排序，获取最大  $y$  坐标值对应的像素点坐标  $(x_i, y_i)$ ；其中， $i$  表示结构光条纹的序号， $1 \leq i \leq N$ ， $N$  为样品图像中提取出的结构光条纹的数量；

步骤 (B)：根据所述图像采集设备、所述结构光源与所述待测样品之间的相对位置关系，利用三角测距方法，计算  $(x_i, y_i)$  对应的深度坐标  $Z_i$ ；

步骤 (C)：从深度坐标  $Z_i$  中筛选出最小深度坐标，并将所述最小深度坐标对应的像素点作为所述最凸点，该最凸点即为最佳检测点。

在具体实现中，在提取出多条结构光条纹后，获取每条结构光条纹的中心点集合，集中保存在点集 PointVector 中；针对点集 PointVector，按照结构光条纹的数量进行分类，使每条结构光条纹对应一个中心点集合 rowVector $i$ ，比如图 2 和图 3 中，提取出 7 个结构光条纹，即  $N=7$ ，则具有 7 个中心点集合，分别为 rowVector1、rowVector2、rowVector3、rowVector4、rowVector5、rowVector6 和 rowVector7；如图 3 所示，一般将图像左上角作为原点，建立图像坐标系，对于任一个中心点集合，对集合中各像素点的  $y$  坐标进行排序(升序或降序)，则可自动筛选出最大  $y$  坐标值，然后获取最大  $y$  坐标值对应的像素点坐标  $(x_i, y_i)$ ， $(x_i, y_i)$  是每条结构光条纹中在  $y$  轴方向上位置最偏下的像素点，则可以筛选出到 7 个像素点坐标，分别为  $(x_1, y_1)$ 、 $(x_2, y_2)$ 、 $(x_3, y_3)$ 、 $(x_4, y_4)$ 、 $(x_5, y_5)$ 、 $(x_6, y_6)$  和  $(x_7, y_7)$ 。

然后根据图像采集设备、结构光源与待测样品之间的相对位置关系，利用三角测距方法，计算  $(x_i, y_i)$  对应的深度坐标  $Z_i$ ，分别为  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$  和  $Z_7$ ，深度坐标计算方法可参照下文以及图 4 所示；从  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$  和  $Z_7$  中筛选出最小深度坐标，比如  $Z_3$  最小（对应在第三条结构光条纹中）， $Z_3$  对应的像素点为  $(x_3, y_3)$ ，则说明  $(x_3, y_3)$  对应的样品表面位置点距离图像采集设备最近，即  $(x_3, y_3)$  为拍摄区域内样品表面的最凸点，将样品表面的最凸点作为最佳检测点，该最佳检测点对应的真实三维位置信息即为合金分析仪探头需要探测的位置点。可选地，如图 3 所示，可以根据最佳检测点在图像中的像素点坐标  $(x_3, y_3)$ ，在样品图像中对最佳检测点进行标记，从而为使用者提供参照。

通过样品图像确定的最佳检测点是在图像坐标系中，还需要将最佳检测点对应转换到真实的世界坐标系中，以获取最佳检测点的三维位置坐标，便于通过机器人控制合金分析仪移动到最佳检测点处进行合金分析。具体地，可以根据图像采集设备的成像特性和拍摄位置等相关信息，预先获取图像坐标系与世界坐标系之间的转换关系，当得到最佳检测点在样品图像中的像素点坐标  $(x, y)$  后，根据所述转换关系，将最佳检测点转换为适于机器人运动的世界坐标中，从而得到最佳检测点在世界坐标系中对应的坐标  $(X, Y)$ ，即得到三维位置坐标中的 X 轴坐标和 Y 轴坐标。如图 4 所示，根据基准位、以及图像采集设备、结构光源、测距装置与待测样品之间的相对位置参数等几何关系，利用三角测距方法，计算所述最佳检测点的深度坐标  $Z$ ，即三维位置坐标中的 Z 轴坐标，从而得到最佳检测点的三维位置坐标  $(X, Y, Z)$ 。当定位出最佳检测点的三维位置坐标后，控制机器人移动合金分析仪，使合金分析仪的探头抵达最佳检测点的三维位置坐标对应的位置处，然后即可进行合金分析，得到分析结果。本实施例中，所述的三角测距方法为常规的测距方法，具体可参照现有技术的相关描述，本实施例不再赘述。

由本实施例以上技术方案可知，当机器人控制图像采集设备向待测样品移动时，获取图像采集设备与待测样品之间的距离，如果该距离等于预设距离时，则可将图像采集器移动到最佳的拍摄位置，以保证结构光条纹的拍摄效果。样品图像中包括背景和结构光条纹，本发明从样品图像中提取出多条结构光条纹，从而将背景与结构光条纹分离，以便后续图像处理时提高最佳检测点定位的准确性和效率。在多条结构光条纹提取后，获取每条结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像素点的坐标，得到每条结构光条纹的中心点集合，根据每条结构光条纹的中心点集合，结合结构光受所述待测样品表面的调制而发生形变特性，可以确定出待测样品表面的凹凸性，从而筛选出最佳检测点，并最终得到最佳检测点的三维位置坐标，可以利用机器人将合金分析仪的探头移动至该最佳检测点的三维位置坐标对应的位置处，从而完成视觉定位和合金分析过程。本发明在检测区域只需拍摄一幅样品图像，即可计算出最佳检测点的三维位置坐标，计算量减少，且无需复杂的图像处理过程，计算和定位效率更高。

如图 5 和图 6 所示，本发明另一实施例提供一种合金分析视觉定位装置，用于实现前一实施例所述的合金分析视觉定位方法，包括结构光源 41、图像采集设备 42、激光测距传感器 43 和控制器 5；所述合金分析视觉定位装置与机器人 1 连接，机器人 1 与控制器 5 电连接，控制器 5 用于对机器人 1 的运动和启闭进行控制；当控制器 5 控制机器人 1 移动时，机器人 1 会带动结构光源 41、图像采集设备 42、激光测距传感器 43 联动；控制器 5

与结构光源 41 电连接，可以控制结构光源 41 的启闭；控制器 5 与图像采集设备 42 电连接，控制器 5 可以图像采集设备 42 的启闭，图像采集设备 42 将拍摄的样品图像发送至控制器 5，以便由控制器 5 对样品图像进行处理和计算，确定最佳检测点；控制器 5 与激光测距传感器 43 电连接，控制器 5 可以控制激光测距传感器 43 的启闭，激光测距传感器 43 用于检测图像采集设备 42 与待测样品之间的距离，激光测距传感器 43 可以将测量信号发送给控制器 5，使控制器 5 获取图像采集设备 42 与待测样品之间的距离，以定位图像采集设备 42 的拍摄位置；图像采集设备 42 和结构光源 41 的轴心处于同一竖直平面上，可以提高样品图像的拍摄质量，可选地，图像采集设备 42 和结构光源 41 之间的距离为 70 mm~100mm。

10 其中，控制器 5 被配置为执行如下程序步骤：

控制所述图像采集设备向待测样品移动；

获取图像采集设备与待测样品之间的距离；

如果图像采集设备与待测样品之间的距离等于预设距离，控制所述图像采集设备对待测样品的表面进行拍摄，得到样品图像；

15 从所述样品图像中提取出多条结构光条纹，并计算每条结构光条纹的中心点坐标；

根据每条结构光条纹的中心点集合，确定最佳检测点，并计算所述最佳检测点的三维位置坐标；其中，所述中心点集合包括结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像素点。

控制器 5 与机器人 1 电连接，机器人 1 与合金分析仪 3 固定连接，控制器 5 可根据最佳检测点的三维位置坐标，生成对应的控制指令，并将所述控制指令发送给机器人 1；机器人 1 根据控制指令移动，会带动合金分析仪 3 联动，从而将合金分析仪 3 移动至最佳检测点所处的三维位置坐标处，并由合金分析仪 3 对待测样品进行合金分析。

可选地，控制器 5 还可被进一步配置为执行如下程序步骤：

获取所述样品图像中像素点的亮度值；

25 判断所述亮度值是否大于阈值；

如果所述亮度值大于阈值，则所述像素点为目标点；

对所述样品图像中所有的目标点进行提取，得到多条所述结构光条纹。

可选地，控制器 5 还可被进一步配置为执行如下程序步骤：

根据每条结构光条纹的中心点集合，以及结构光受所述待测样品表面的调制而发生形变特性，筛选出所述图像采集设备的拍摄区域内待测样品表面的最凸点；

将所述最凸点作为所述最佳检测点。

可选地，控制器 5 还可被进一步配置为执行如下程序步骤：

对所述中心点集合中各像素点的 y 坐标进行排序，获取最大 y 坐标值对应的像素点坐标  $(x_i, y_i)$ ；其中， $i$  表示结构光条纹的序号， $1 \leq i \leq N$ ， $N$  为样品图像中提取出的结构光条纹的数量；

根据所述图像采集设备、所述结构光源与所述待测样品之间的相对位置关系，利用三角测距方法，计算  $(x_i, y_i)$  对应的深度坐标  $Z_i$ ；

从深度坐标  $Z_i$  中筛选出最小深度坐标，并将所述最小深度坐标对应的像素点作为所述最凸点。

可选地，控制器 5 还可被进一步配置为执行如下程序步骤：

获取图像坐标系与世界坐标系的转换关系；

根据所述转换关系，获取所述样品图像中最佳检测点在世界坐标系中对应的坐标(X, Y)；

5 根据所述图像采集设备、所述结构光源与所述待测样品之间的相对位置关系，利用三角测距方法，计算所述最佳检测点的深度坐标Z，得到所述最佳检测点的三维位置坐标(X, Y, Z)。

可选地，控制器 5 还可被进一步配置为执行如下程序步骤：

10 设定所述结构光条纹的兴趣区域，所述兴趣区域为结构光条纹中除两侧边缘区域之外的条纹区域；

将所述兴趣区域中包括的像素点组成所述中心点集合。

可选地，控制器 5 还可被进一步配置为执行如下程序步骤：在所述样品图像中对所述最佳检测点进行标记。

15 可选地，如图 6 和图 7 所示，所述合金分析视觉定位装置还包括底板 44 和外护罩 45，外护罩 45 的前端（即正面）面板透明，透明的前端面板可以保证结构光源 41 发出的结构光能够入射到待测样品的表面，以及保证图像采集设备 42 能够采集到图像，同时透明的前端面板还能起到防护密封的作用；外护罩 45 的后端（即背面）固定在底板 44 上，图像采集设备 42 和结构光源 41 固定在底板 44 上，图像采集设备 42 和结构光源 41 位于外护罩 45 的内部，底板 44 既用于安装图像采集设备 42 和结构光源 41，还能对装置的后端进行密封防护；激光测距传感器 43 设置于外护罩 45 的顶部。

20 如图 7~图 9 所示，本发明又一实施例提供一种合金分析系统，包括机器人 1、支架 2、合金分析仪 3 以及前一实施例所述的合金分析视觉定位装置 4，机器人 1 与合金分析仪 3 通过支架 2 连接，合金分析视觉定位装置 4 设置在支架 2 上，合金分析仪 3 和合金分析视觉定位装置 4 相邻设置且均朝向待测样品 100，所述控制器还与合金分析仪 3 电连接；机器人 1 可选为六轴机器人；可选地，支架 2 为具有两条边部的 L 形支架，支架 2 一边的端部设有法兰 21，法兰 21 用于将支架 2 与机器人 1 连接起来，支架 2 另一边的端部通过安装板 22 与底板 44 连接，从而将支架 2 与合金分析视觉定位装置 4 连接起来，支架 2 的两条边部之间通过支撑杆 23 连接，以强化支架 2 的支撑结构。

25 在前述实施例中所述控制器被配置执行的程序的基础上，本实施例中所述控制器还被配置为执行如下程序步骤：

控制机器人运动，使所述合金分析仪移动至最佳检测点的三维位置坐标所对应的位置；

控制所述合金分析仪启动，以对所述最佳检测点处进行合金分析。

30 本发明各实施例中，可选地，在机器人 1 上可以设置语音装置，所述语音装置与控制器 5 电连接，所述语音装置用于播报合金分析仪 3 对待测样品的检测结果，以使现场人员获知待测样品是否合格。则所述控制器 5 还可被配置为：根据所述合金分析仪反馈的检测结果，控制所述语音装置播报对应的提示信息，并控制机器人回到起始位。所述提示信息可以预设在语音装置中，提示信息比如可设置为某待测样品检测合格或不合格，提示信息的具体内容不做限定。

35 本发明各实施例中，合金分析仪是采用 X 荧光分析技术，能快速、精确无损的分析多

种材质；拥有广泛、可自定义牌号库，用户可对现有牌号库进行修改，添加新牌号或创建牌号库，可严格控制轻元素（镁铝硅磷硫）的分析；拥有强大的后台数据管理功能，可按要求定制软件。检测结果和报告可直接下载到 U 盘，或通过 WiFi、USB 或网线实现数据的传输。

5 本发明各实施例中，控制器可选为 PLC（Programmable Logic Controller，可编程逻辑控制器），PLC 中可配置有控制程序以及图像处理系统等功能。可选地，机器人 1 可选用 ABB IRB4600 型机器人，激光测距传感器 43 可选用 Panasonic HG-C1050 激光传感器，结构光源 41 选用 OPT-SL10B 型结构光源，合金分析仪 3 选用尼通 XL2980 型合金分析仪，图像采集设备 42 选用 AVT Mako G-192B 型工业相机。

10 本发明各实施例之间相同或相似的内容相互参照即可，相关实施例中不再赘述。

本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后，将容易想到本发明的其它实施方案。本申请旨在涵盖本发明的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本发明的一般性原理并包括本发明未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本发明的真正范围和精神由所附的权利要求指出。

15 应当理解的是，本发明并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构，并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本发明的范围仅由所附的权利要求来限制。

## 权 利 要 求 书

1、一种合金分析视觉定位方法，其特征在于，所述方法包括：

当机器人控制图像采集设备向待测样品移动时，获取图像采集设备与待测样品之间的距离；其中，所述图像采集设备配备有结构光源；

5 如果图像采集设备与待测样品之间的距离等于预设距离，控制所述图像采集设备对待测样品的表面进行拍摄，得到样品图像；所述结构光源产生的结构光经所述待测样品的表面反射后，被所述图像采集设备接收，使所述样品图像中包括携带有待测样品表面形变特征的结构光条纹；

从所述样品图像中提取出多条结构光条纹；

10 根据每条结构光条纹的中心点集合，确定最佳检测点，并计算所述最佳检测点的三维位置坐标；其中，所述中心点集合包括结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像素点；所述最佳检测点为所述待测样品表面的最凸点。

15 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述从所述样品图像中提取出多条结构光条纹，包括：

获取所述样品图像中像素点的亮度值；

判断所述亮度值是否大于阈值；

如果所述亮度值大于阈值，则所述像素点为目标点；

对所述样品图像中所有的目标点进行提取，得到多条所述结构光条纹。

20 3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据每条结构光条纹的中心点集合，确定最佳检测点，包括：

根据每条结构光条纹的中心点集合，以及结构光受所述待测样品表面的调制而发生形变特性，筛选出所述图像采集设备的拍摄区域内待测样品表面的最凸点；

25 将所述最凸点作为所述最佳检测点。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述筛选出所述图像采集设备的拍摄区域内待测样品表面的最凸点，包括：

30 对所述中心点集合中各像素点的 y 坐标进行排序，获取最大 y 坐标值对应的像素点坐标  $(x_i, y_i)$ ；其中， $i$  表示结构光条纹的序号， $1 \leq i \leq N$ ， $N$  为样品图像中提取出的结构光条纹的数量；

根据所述图像采集设备、所述结构光源与所述待测样品之间的相对位置关系，利用三角测距方法，计算  $(x_i, y_i)$  对应的深度坐标  $Z_i$ ；

35 从深度坐标  $Z_i$  中筛选出最小深度坐标，并将所述最小深度坐标对应的像素点作为所述最凸点。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述获取所述最佳检测点的三维位置坐标，包括：

获取图像坐标系与世界坐标系的转换关系；

根据所述转换关系，获取所述样品图像中最佳检测点在世界坐标系中对应的坐标(X, Y)；

根据所述图像采集设备、所述结构光源与所述待测样品之间的相对位置关系，利用三角测距方法，计算所述最佳检测点的深度坐标Z，得到所述最佳检测点的三维位置坐标(X, Y, Z)。

6、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

设定所述结构光条纹的感兴趣区域，所述感兴趣区域为结构光条纹中除两侧边缘区域之外的条纹区域；

10 将所述感兴趣区域中包括的像素点组成所述中心点集合。

7、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：在所述样品图像中对所述最佳检测点进行标记。

15 8、一种合金分析视觉定位装置，用于实现如权利要求1-7任一项所述的合金分析视觉定位方法，包括图像采集设备和结构光源，其特征在于，还包括激光测距传感器和控制器，所述合金分析视觉定位装置与机器人连接，所述结构光源、所述机器人、所述图像采集设备和所述激光测距传感器分别与所述控制器电连接；所述激光测距传感器用于检测图像采集设备与待测样品之间的距离；

20 其中，所述控制器被配置为执行如下程序步骤：

控制所述图像采集设备向待测样品移动；

获取图像采集设备与待测样品之间的距离；

25 如果图像采集设备与待测样品之间的距离等于预设距离，控制所述图像采集设备对待测样品的表面进行拍摄，得到样品图像；所述结构光源产生的结构光经所述待测样品的表面反射后，被所述图像采集设备接收，使所述样品图像中包括携带有待测样品表面形变特征的结构光条纹；

从所述样品图像中提取出多条结构光条纹；

30 根据每条结构光条纹的中心点集合，确定最佳检测点，并计算所述最佳检测点的三维位置坐标；其中，所述中心点集合包括结构光条纹中除两侧边缘区域像素点之外的其他像素点。

35 9、根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述装置还包括底板和外护罩，所述外护罩的前端面板透明，所述外护罩的后端固定在所述底板上；图像采集设备和结构光源固定在所述底板上，并且图像采集设备和结构光源位于所述外护罩的内部；所述激光测距传感器设置于所述外护罩的顶部；所述图像采集设备和结构光源的轴心处于同一竖直平面上。

10、一种合金分析系统，其特征在于，包括机器人、支架、合金分析仪以及如权利要求8或9所述的合金分析视觉定位装置，所述机器人与所述合金分析仪通过所述

支架连接，所述合金分析视觉定位装置设置在所述支架上，所述合金分析仪和所述合金分析视觉定位装置相邻设置且均朝向待测样品，所述控制器还与所述合金分析仪电连接；

其中，所述控制器被配置为执行如下程序步骤：

5 控制机器人运动，使所述合金分析仪移动至最佳检测点的三维位置坐标所对应的位置；

控制所述合金分析仪启动，以对所述最佳检测点处进行合金分析。

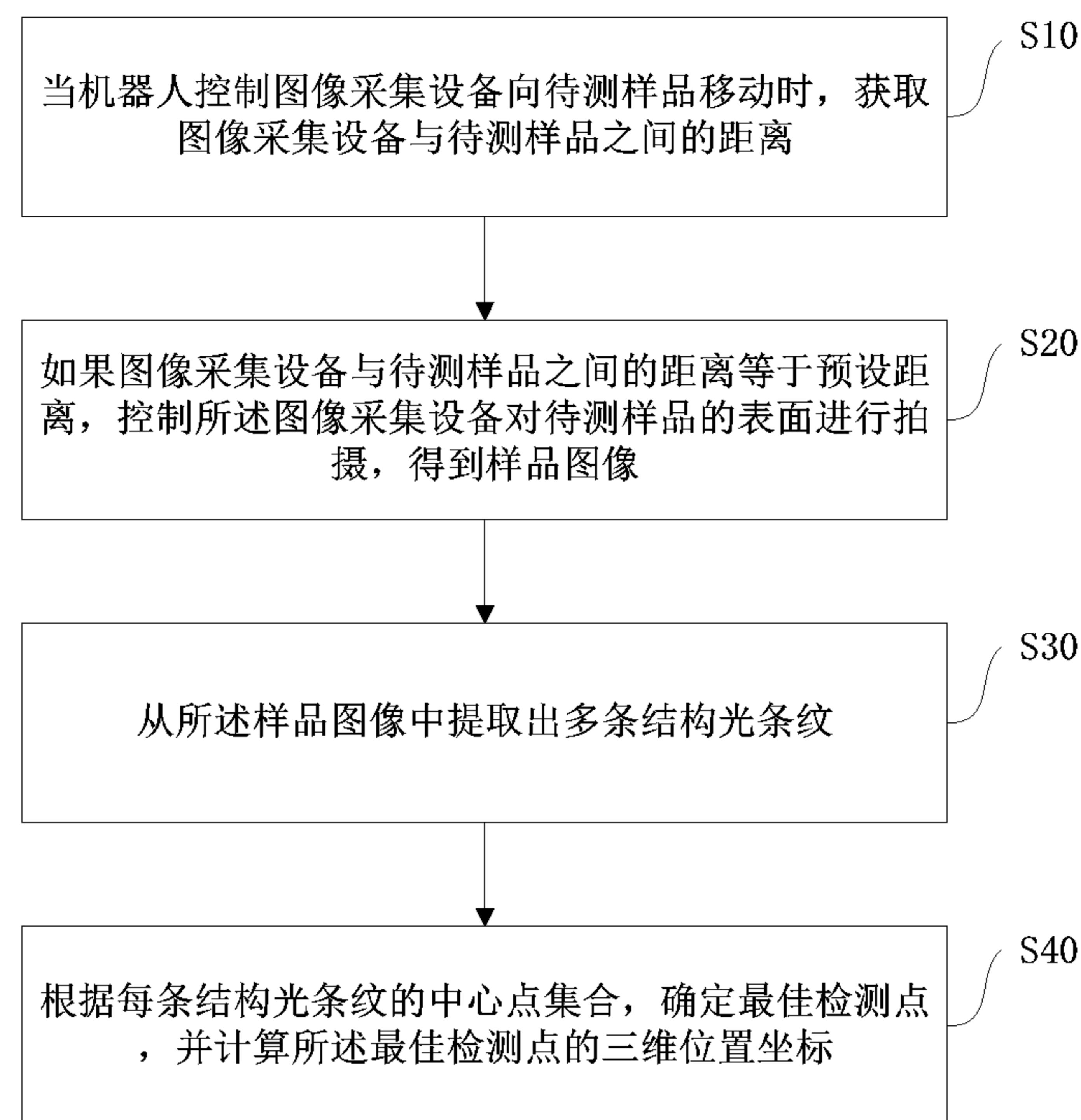


图 1

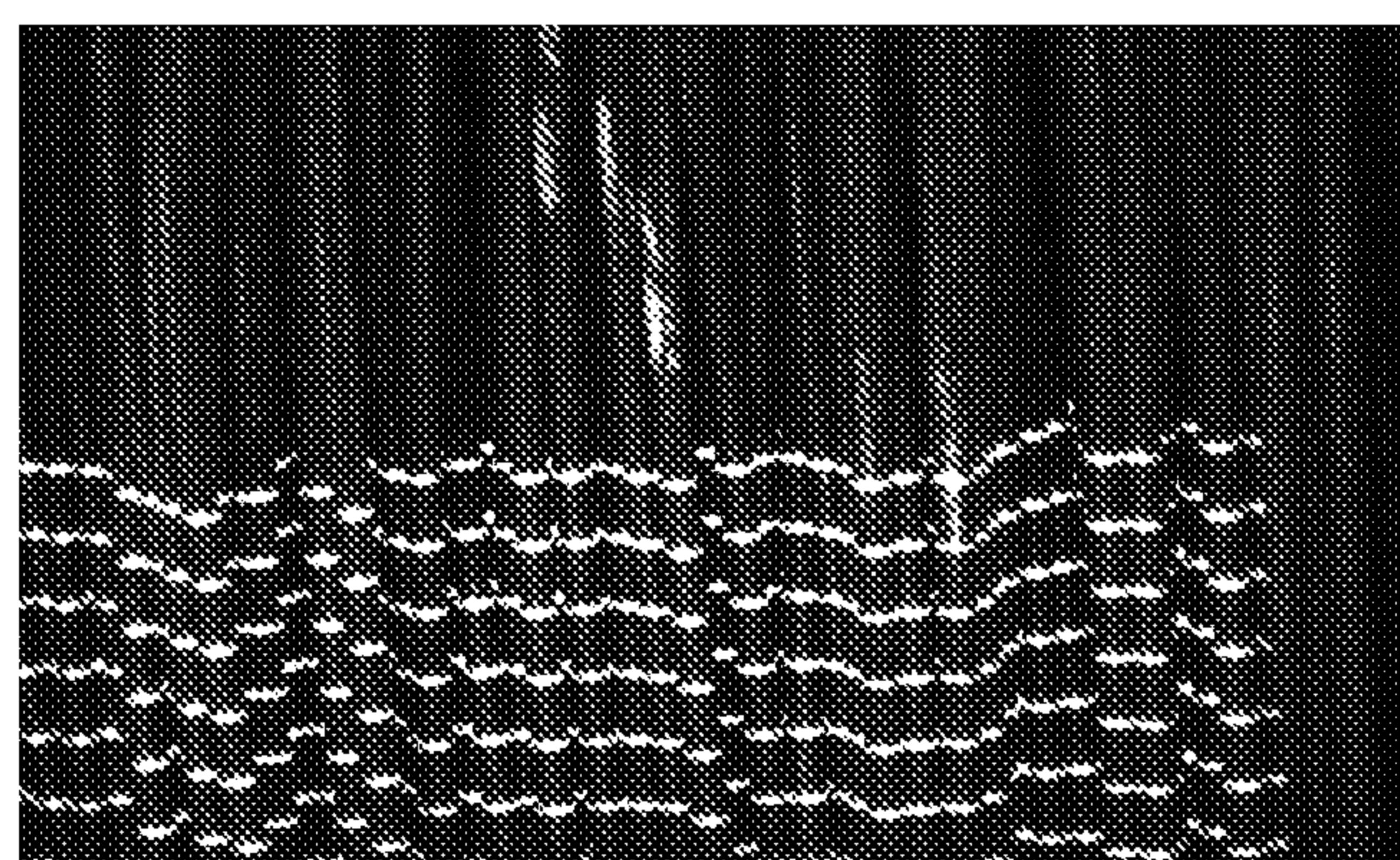


图 2

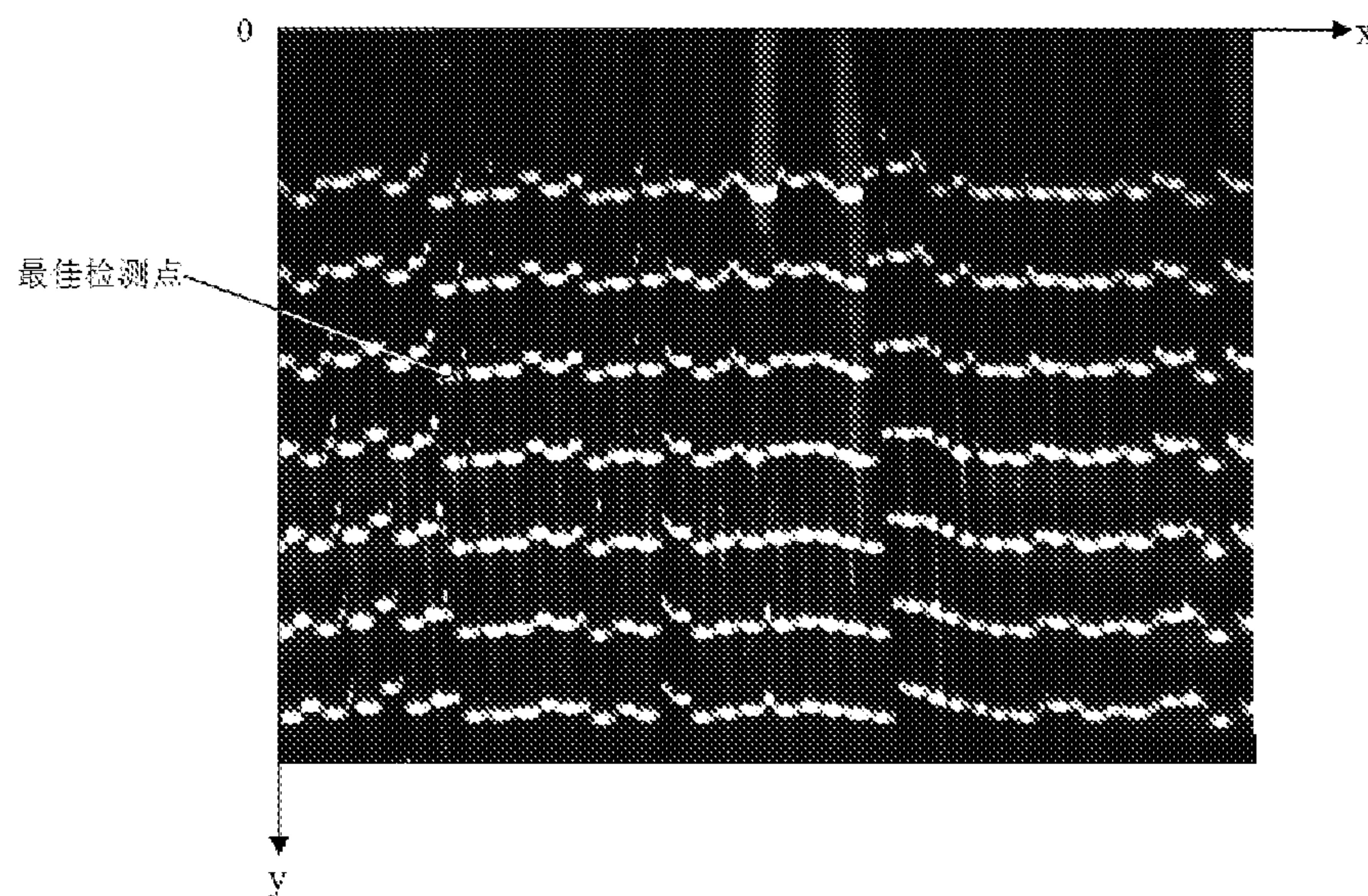


图 3

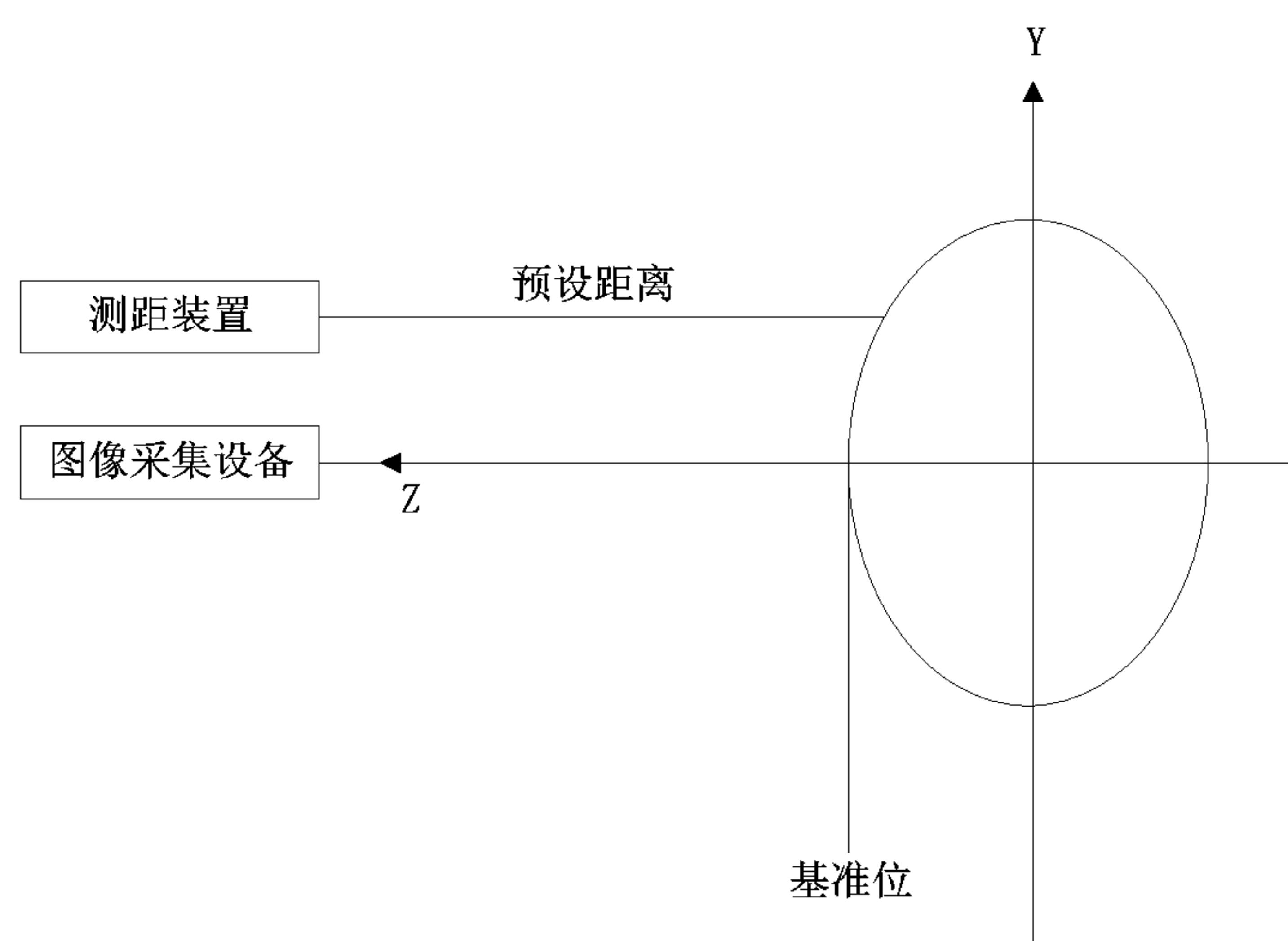


图 4

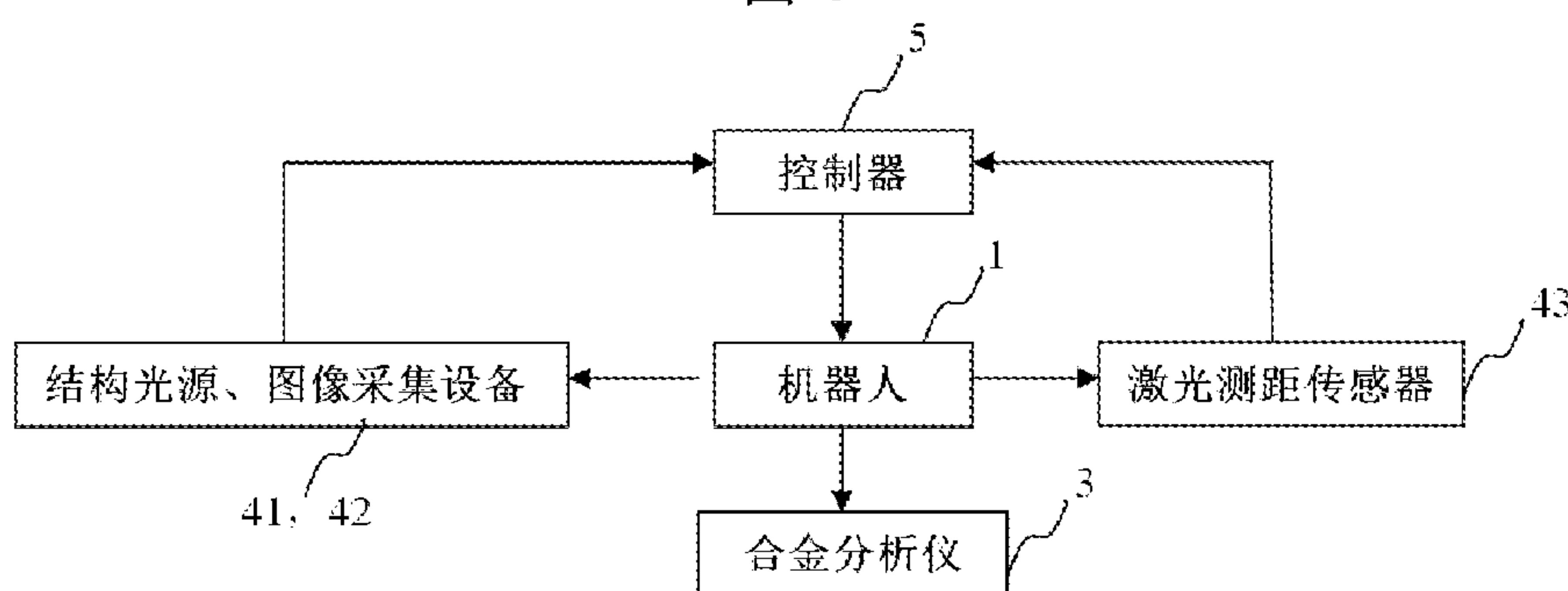


图 5

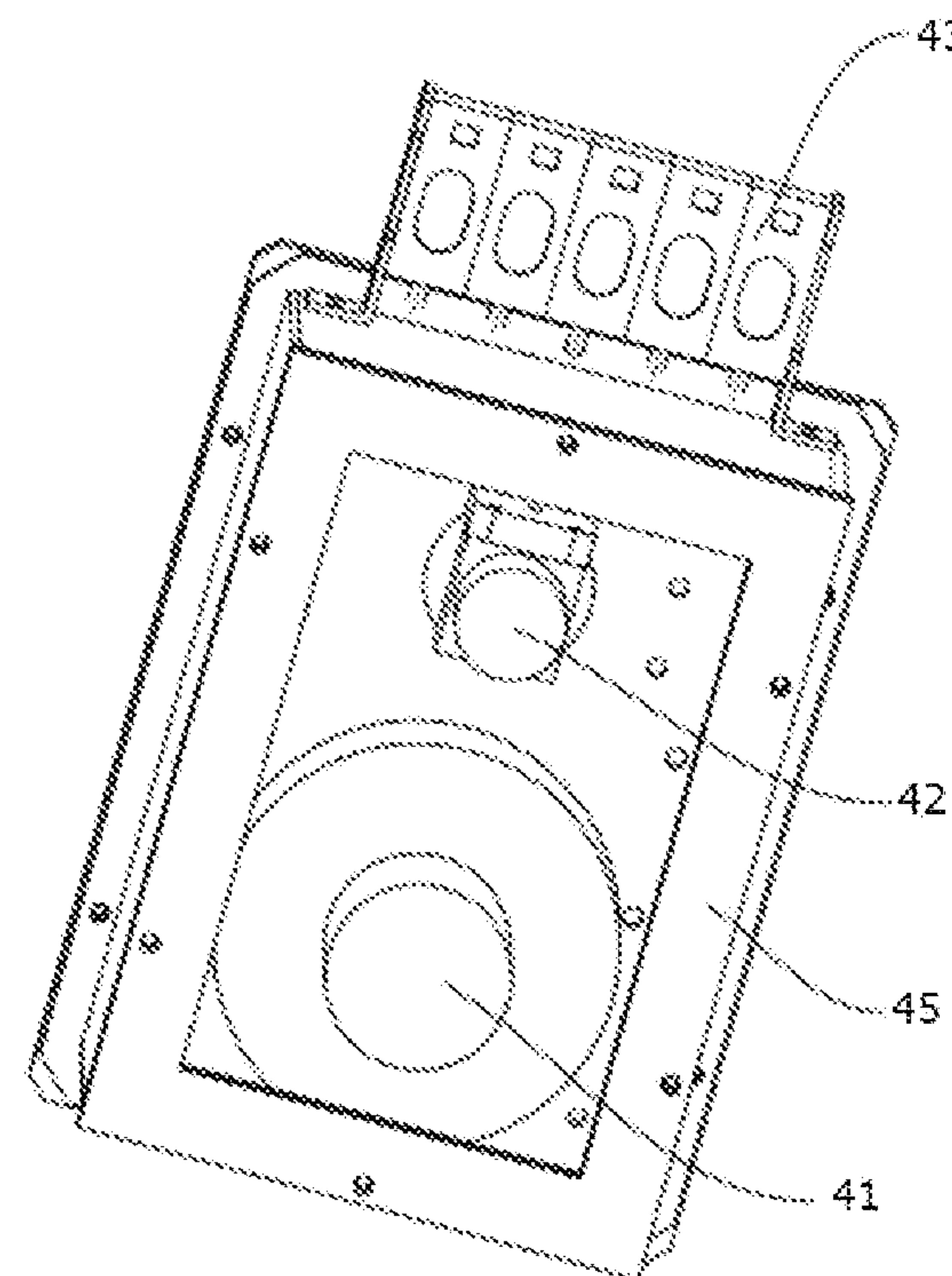


图 6

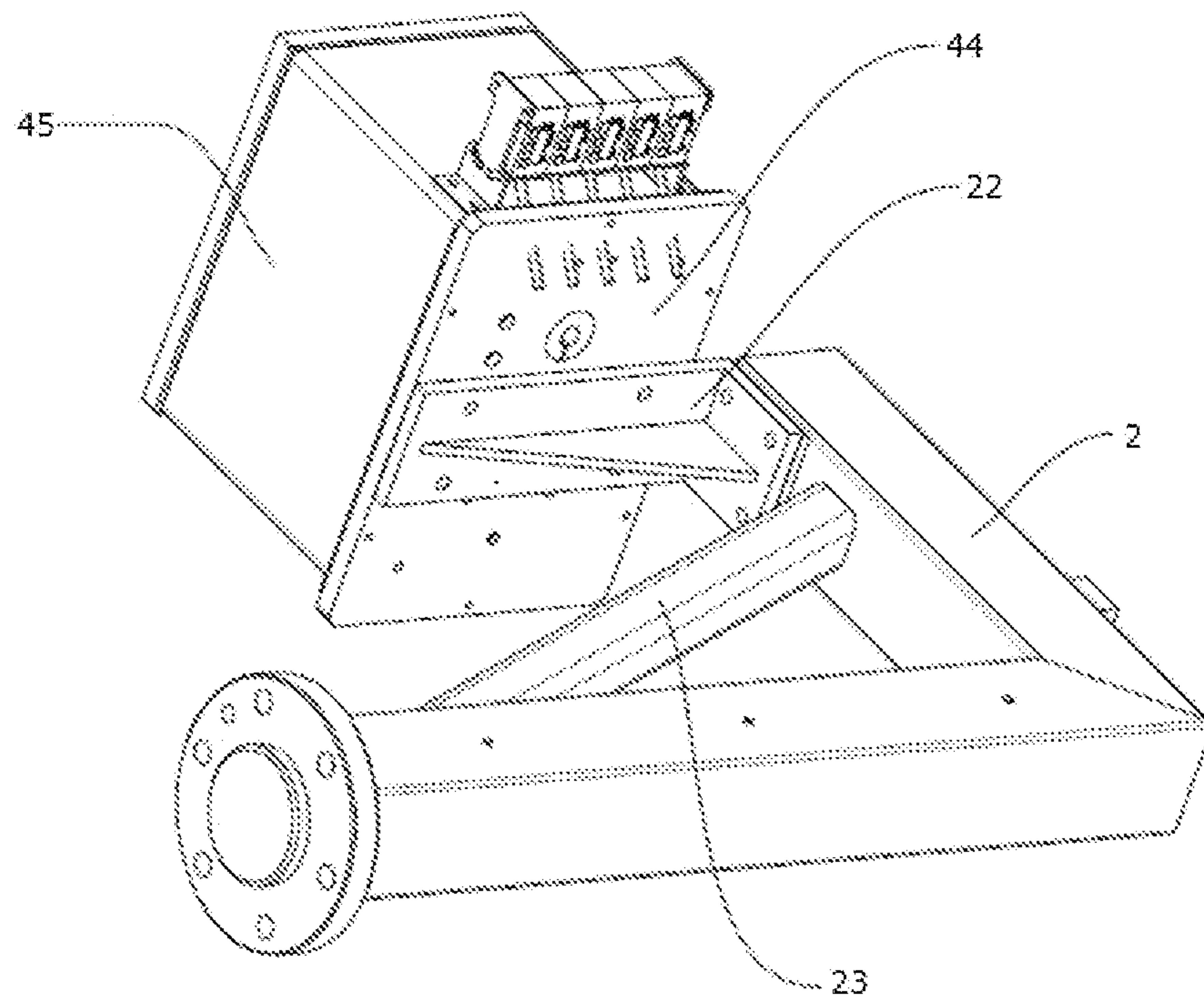


图 7

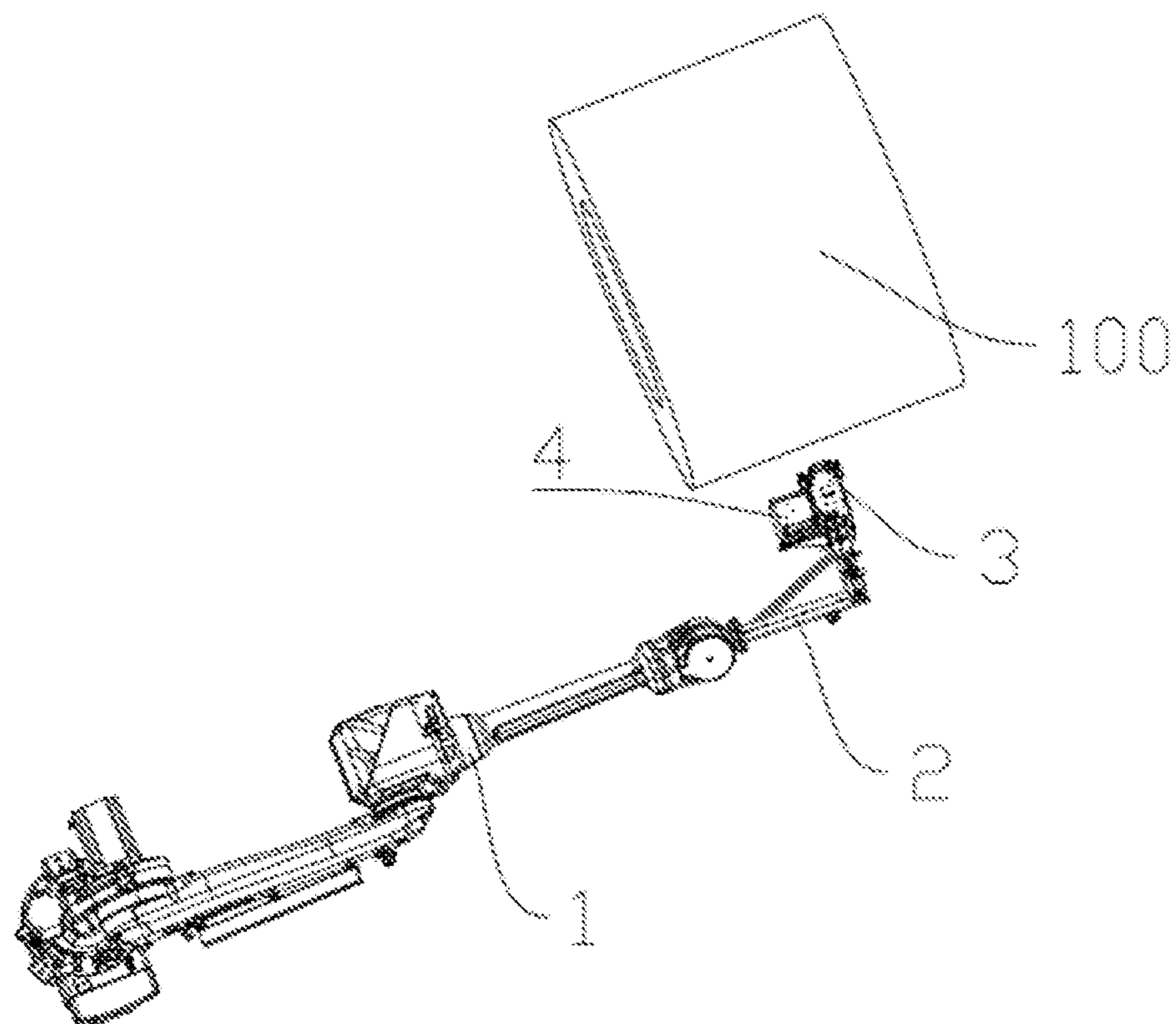


图 8

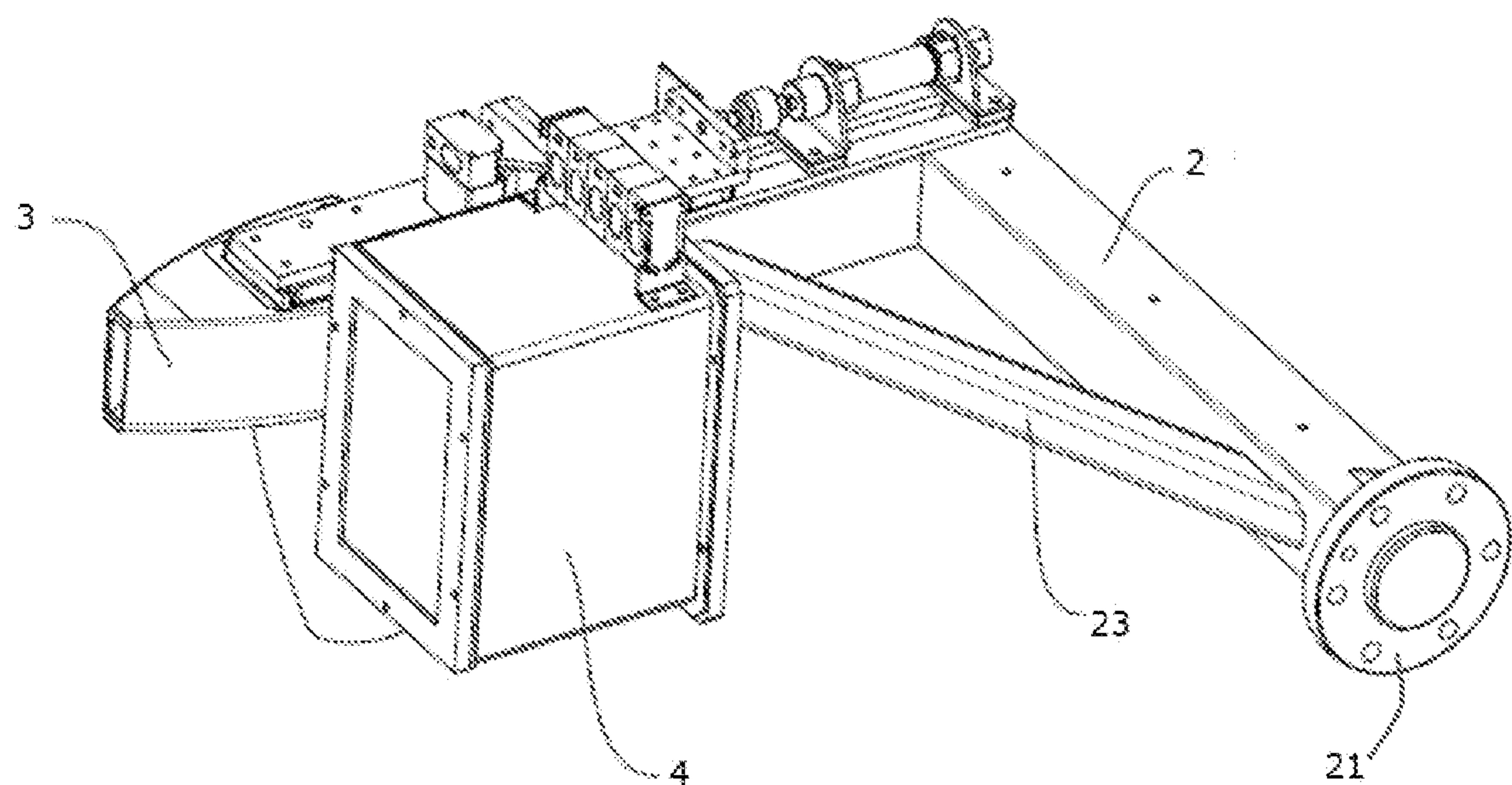


图 9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2020/070988**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 23/00(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)

G01N

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, CNPAT, WPI, EPODOC: 合金, 金属, 分析, X射线, 机器人, 机械臂, 视觉, 图像, 定位, 检测点, 最优, 最佳, 最凸, 结构光, 条纹, 中心点, 激光, 测距, alloy, analys+, X-ray, robot?, auto+, visual, position+, structured, light+, spot, laser, distan +, stripes

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110567963 A (JIANGSU JINHENG INFORMATION TECHNOLOGY CORP.) 13 December 2019 (2019-12-13) description, paragraphs [0021]-[0051], and figures 1-9	1-10
A	CN 105548196 A (ZHENGZHOU UNIVERSITY OF LIGHT INDUSTRY) 04 May 2016 (2016-05-04) description, paragraphs [0022]-[0039], and figures 1-5	1-10
A	CN 204789315 U (CHENGDU FUJIANG MACHINERY MANUFACTURING CO., LTD.) 18 November 2015 (2015-11-18) entire document	1-10
A	CN 110103196 A (GUANGDONG POWER GRID COMPANY et al.) 09 August 2019 (2019-08-09) entire document	1-10
A	CN 107291081 A (GUANGZHOU SONGXING ELECTRICAL CO., LTD.) 24 October 2017 (2017-10-24) entire document	1-10

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 <b>09 July 2020</b>	Date of mailing of the international search report <b>29 July 2020</b>
--	---

Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China</b>	Authorized officer
Facsimile No. <b>(86-10)62019451</b>	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/CN2020/070988****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108469234 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 31 August 2018 (2018-08-31) entire document	1-10
A	WO 2018024841 A1 (HYDRO ALUMINIUM ROLLED PRODUCTS G.M.B.H.) 08 February 2018 (2018-02-08) entire document	1-10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2020/070988**

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)		Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
CN	110567963	A	13 December 2019	CN	110567963	B	04 February 2020		
CN	105548196	A	04 May 2016	CN	105548196	B	04 December 2018		
CN	204789315	U	18 November 2015	None					
CN	110103196	A	09 August 2019	None					
CN	107291081	A	24 October 2017	CN	207704264	U	07 August 2018		
CN	108469234	A	31 August 2018	CN	108469234	B	08 November 2019		
WO	2018024841	A1	08 February 2018	EP	3493924	B1	22 January 2020		
				EP	3493924	A1	12 June 2019		

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/070988

## A. 主题的分类

G01N 23/00 (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)

G01N

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, CNPAT, WPI, EPDOC:合金, 金属, 分析, X射线, 机器人, 机械臂, 视觉, 图像, 定位, 检测点, 最优, 最佳, 最凸, 结构光, 条纹, 中心点, 激光, 测距, alloy, analys+, X-ray, robot?, auto+, visual, position+, structured, light+, spot, laser, distan+, stripes

## 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 110567963 A (江苏金恒信息科技股份有限公司) 2019年 12月 13日 (2019 - 12 - 13) 说明书第[0021]-[0051]段, 附图1-9	1-10
A	CN 105548196 A (郑州轻工业学院) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 说明书第[0022]-[0039]段, 附图1-5	1-10
A	CN 204789315 U (成都富江机械制造有限公司) 2015年 11月 18日 (2015 - 11 - 18) 全文	1-10
A	CN 110103196 A (广东电网有限责任公司 等) 2019年 8月 9日 (2019 - 08 - 09) 全文	1-10
A	CN 107291081 A (广州松兴电气股份有限公司) 2017年 10月 24日 (2017 - 10 - 24) 全文	1-10
A	CN 108469234 A (北京科技大学) 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31) 全文	1-10
A	WO 2018024841 A1 (HYDRO ALUMINIUM ROLLED PRODUCTS G. M. B. H.) 2018年 2月 8日 (2018 - 02 - 08) 全文	1-10

 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

“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

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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

“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)

“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

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“&amp;” 同族专利的文件

“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

国际检索实际完成的日期  2020年 7月 9日	国际检索报告邮寄日期  2020年 7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  郭欣悦 电话号码 86-(10)-53962471

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/070988

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 110567963 A	2019年 12月 13日	CN	110567963	B	2020年 2月 4日			
CN 105548196 A	2016年 5月 4日	CN	105548196	B	2018年 12月 4日			
CN 204789315 U	2015年 11月 18日		无					
CN 110103196 A	2019年 8月 9日		无					
CN 107291081 A	2017年 10月 24日	CN	207704264	U	2018年 8月 7日			
CN 108469234 A	2018年 8月 31日	CN	108469234	B	2019年 11月 8日			
WO 2018024841 A1	2018年 2月 8日	EP	3493924	B1	2020年 1月 22日			
		EP	3493924	A1	2019年 6月 12日			