

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G01B 11/00

G06T 7/00 B25J 13/08



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00800005.0

[45] 授权公告日 2004 年 8 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1162681C

[22] 申请日 2000.3.17 [21] 申请号 00800005.0

[30] 优先权

[32] 1999. 3. 19 [33] JP [31] 076538/1999

[32] 1999. 9. 7 [33] JP [31] 253099/1999

[32] 1999. 10. 26 [33] JP [31] 304437/1999

[86] 国际申请 PCT/JP2000/001685 2000. 3. 17

[87] 国际公布 WO2000/057129 日 2000. 9. 28

[85] 进入国家阶段日期 2000. 8. 2

[71] 专利权人 松下电工株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 顾海松 中原智治 荒木秀和

藤井裕之

审查员 向 华

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公  
司

代理人 姜丽楼

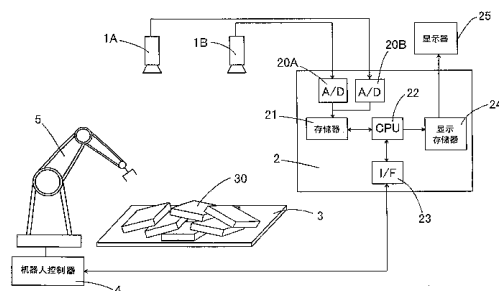
权利要求书 5 页 说明书 20 页 附图 13 页

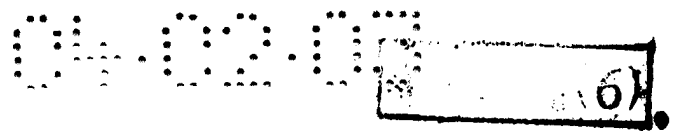
[54] 发明名称 三维物体识别方法及使用该方法的  
零件抓取系统

[57] 摘要

一种三维物体识别方法，包括如下步骤：

(A)：使用设置在不同位置的一对照相机对物体进行拍摄从而获得一对用于制作所述物体的立体图象的第一和第二图象；(B)：在每个第一和第二图象中检测物体的二维特征；(C)：通过与物体的模型数据进行比较来评估步骤(B)的结果的可靠性程度；(D)：根据立体测量原理产生第一和第二图象之间的二维特征的一致性；(E)：通过将在第一图象中检测的二维特征与在第二图象中检测的相应的二维特征进行比较来评估步骤(D)的结果的可靠性程度；(F)：根据通过一致性获得的二维特征的三维中的信息识别物体的三维位置和姿态；以及(G)：评估识别的三维位置和姿态的可靠性程度。





## 权 利 要 求 书

1、一种三维物体识别方法，包括如下步骤：

步骤(A)：使用设置在不同位置的一对照相机对物体进行拍摄从而获得一对用于制作所述物体的立体图象的第一和第二图象；

步骤(B)：在每个第一和第二图象中检测所述物体的二维特征；

步骤(D)：根据立体测量原理产生第一和第二图象之间的所述二维特征的一致性；

步骤(F)：根据通过一致性获得的所述二维特征的三维中的信息识别所述物体的三维位置和姿态；以及

步骤(G)：评估识别的三维位置和姿态的可靠性程度；

其中所述三维物体识别方法包括：

步骤(C)：在步骤(B)和步骤(D)之间进行，通过与所述物体的已知模型数据进行比较来评估步骤(B)的结果的可靠性程度，和/或

步骤(E)：在步骤(D)和步骤(F)之间进行，通过将在第一图象中检测的所述二维特征与在第二图象中检测的相应的二维特征进行比较来评估步骤(D)的结果的可靠性程度。

2、按照权利要求1所述的三维物体识别方法，其特征在于，步骤(B)包括通过首先检测所述物体的典型几何特征提取所述物体的所述二维特征，并且检测所述典型特征以外的几何特征作为补充特征。

3、按照权利要求1所述的三维物体识别方法，其特征在于，步骤(C)包括将在每个第一和第二图象中检测的所述二维特征与相应的已知模型数据的二维特征进行比较，并且在它们之间的差别超过一个要求的阈值时，删除作为错误检测的检测的二维特征。

4、按照权利要求3所述的三维物体识别方法，其特征在于，步骤(C)中的所述二维特征包括所述物体的直线、直线长度、方向、形成所述物体的矩形的第一平行直线对和第二平行直线对之间限定的角度、和所述物体的平行直线之间的距离中的至少一个。

5、按照权利要求1所述的三维物体识别方法，其特征在于，步骤(E)

6、按照权利要求5所述的三维物体识别方法，其特征在于，步骤(E)中的所述二维特征包括所述物体的直线、直线长度、形成所述物体的矩形的第一平行直线对和第二平行直线对之间限定的角度、和所述物体的平行直线之间的距离中的至少一个。

8、按照权利要求 1 所述的三维物体识别方法，其特征在于，步骤(F)包括根据所述二维特征的三维中的信息确定所述物体的多个点的三维坐标的平均值作为所述物体的位置，并且，确定垂直于所述物体的多个平面的方向的平均值作为所述物体的姿态。

10、按照权利要求 1 所述的三维物体识别方法，其特征在于，步骤(F)包括通过检测在所述物体上提供的颜色来识别所述物体的三维姿态。

12、按照权利要求 1 所述的三维物体识别方法，其特征在于，通过使用可靠性评估方程式来评估可靠性的程度，该可靠性评估方程式包括至少两个关于所述物体的几何特征的评估因子，每个评估因子具有一个根据其重要性确定的权重。

步骤(H): 即根据步骤(F)中获得的三维位置和姿态预测每个第一和

步骤(I): 评估预测的二维特征与在步骤(B)中检测的所述二维特征之间的相似性程度。

步骤(B)包括除了第一和第二图象外在第三图象中检测所述物体的所述二维特征: 以及

其中步骤(E)包括在可靠性程度上评估步骤(D)的结果, 并且将具有最高可靠性程度的所述二维特征的一致性提供给步骤(F)。

一个用于执行三维物体识别方法的图象处理单元, 所述三维物体识别方法包括如下步骤:

步骤(B): 在每个第一和第二图象中检测所述物体的二维特征;

步骤(F): 根据通过一致性获得的所述二维特征的三维中的信息识别所述物体的三维位置和姿态; 以及

步骤(G): 评估识别的三维位置和姿态的可靠性程度;

其中所述三维物体识别方法包括:

步骤(C): 在步骤(B)和步骤(D)之间进行, 通过与所述物体的已知模型数据进行比较来评估步骤(B)的结果的可靠性程度, 和/或

步骤(E): 在步骤(D)和步骤(F)之间进行, 通过将在第一图象中检测的所述二维特征与在第二图象中检测的相应的二维特征进行比较来评估步骤(D)的结果的可靠性程度;

一个具有灵活的机械手的机器人；以及

一个机器人控制器，该机器人控制器用于根据图象处理单元提供的信息来控制所述机器人，使得所述机械手从杂乱地堆放着多个物体的料箱中抓取一个物体，并把抓取的物体移到需要的位置上。

16、一种三维物体识别方法，其包括如下步骤：

步骤(A)：使用设置在不同位置的一对照相机对物体进行拍摄从而获得一对用于制作所述物体的立体图象的第一和第二图象，并且使用与所述一对照相机设置在不同位置的另一照相机拍摄所述物体从而获得第三图象；

步骤(B)：在每个第一、第二和第三图象中检测所述物体的二维特征；

步骤(D)：根据立体测量原理产生第一和第二图象之间以及第一和第三图象之间的二维特征的一致性；

步骤(F)：根据通过第一和第二图象之间的一致性获得的二维特征的三维中的信息识别所述物体的三维位置和姿态的第一候选物，并且，根据通过第一和第三图象之间的一致性获得的二维特征的三维中的信息识别所述物体的三维位置和姿态的第二候选物；以及

步骤(G)：评估每个第一和第二候选物的可靠性程度；

其中所述三维物体识别方法包括：

步骤(C)：在步骤(B)和步骤(D)之间进行，通过与所述物体的模型数据进行比较来评估步骤(B)的结果的可靠性程度，和/或

步骤(E)：在步骤(D)和步骤(F)之间进行，通过将在第一图象中检测的二维特征与在第二和第三图象中检测的相应的二维特征进行比较来评估步骤(D)的结果的可靠性程度，以及

步骤(H)：根据步骤(G)中提供的第一和第二候选物确定所述物体的三维位置和姿态。

17、一种零件抓取系统，所述系统包括：

一个用于执行三维物体识别方法的图象处理单元，所述三维物体识别方法包括如下步骤：

步骤(A)：使用设置在不同位置的一对照相机对物体进行拍摄从而获得一对用于制作所述物体的立体图象的第一和第二图象，并且使用与所述一对照相机设置在不同位置的另一照相机拍摄所述物体从而获得

第三图象;

步骤(B): 在每个第一、第二和第三图象中检测所述物体的二维特征;

步骤(D): 根据立体测量原理产生第一和第二图象之间以及第一和第三图象之间的二维特征的一致性;

步骤(F): 根据通过第一和第二图象之间的一致性获得的二维特征的三维中的信息识别所述物体的三维位置和姿态的第一候选物, 并且, 根据通过第一和第三图象之间的一致性获得的二维特征的三维中的信息识别物体的三维位置和姿态的第二候选物; 以及

步骤(G): 评估每个第一和第二候选物的可靠性程度;

其中所述三维物体识别方法包括:

步骤(C): 在步骤(B)和步骤(D)之间进行, 通过与所述物体的模型数据进行比较来评估步骤(B)的结果的可靠性程度, 和/或

步骤(E): 在步骤(D)和步骤(F)之间进行, 通过将在第一图象中检测的二维特征与在第二和第三图象中检测的相应的二维特征进行比较来评估步骤(D)的结果的可靠性程度, 以及

步骤(H): 根据步骤(G)中提供的第一和第二候选物确定所述物体的三维位置和姿态;

一个具有灵活的机械手的机器人; 以及

一个机器人控制器, 该机器人控制器用于根据图象处理单元提供的信息来控制所述机器人, 使得所述机械手从杂乱地堆放着多个物体的料箱中抓取一个物体, 并把抓取的物体移到需要的位置上。

# 说明书

## 三维物体识别方法及使用该方法的零件抓取系统

### 技术领域

本发明涉及一种三维物体识别方法，通过使用该方法可精确地高速识别物体，并且涉及一种使用该方法的零件抓取系统。

### 背景技术

在过去，人们提出了各种通过使用两幅二维图象制成立体图象来识别一个物体的三维位置和姿态或形状的方法。例如，日本早期公开专利[KOAKI]No.10-206135 描述了“三维物体的位置姿态的确定方法”。在该方法中，通过观察三维物体的自由曲面体获得一立体图象，由该立体图象提取一个边缘图象。该边缘图象根据其局部特征被分为图段，然后，把局部几何特征加入图段中。接着，开始把图段的局部几何特征与预先产生的自由曲面体模型的局部几何特征模型进行比较，以检测出一个相应的候选物。根据候选物的位置姿态和观察方向选择与自由曲面体的外观轮廓线相对应的自由曲面体的一个小平面片。通过使用选择的小平面片将相应的候选物进行细微的调整。通过根据上述的细微调整和开始比较进行的识别处理可检测出自由曲面体的位置姿态。

另一方面，日本早期公开专利[KOAKI]No.8-136220 描述了“用于检测物品位置的方法和装置”。在该方法中，通过两个照相机拍摄一个物品，获得一个图象，由该图象提取诸如线段和圆弧之类的特征部分。通过使这些特征部分与两维示意图形模型的特征部分相匹配，根据立体测量原理产生左右图象之间的一致性。通过使用一致性的结果测量特征部分的三维位置，从而可建立物品的三维结构模型。通过使测量了三维特征位置的特征部分与三维结构模型的特征部分相匹配来计算物品的三维位置。

另外，日本早期公开专利[KOAKI]No.4-130587 描述了“三维图片评

估装置”。在该装置中，根据用三个电视照相机拍摄物体获得的图片信息和已知的物品的三维模型数据可评估物体的位置和姿态。然后，预测在评估位置和姿态处拍摄模型时获得的图片信息以获得预测的图片信息。将由电视照相机拍摄的图片信息与预测的图片信息进行比较，确定它们之间的匹配度以识别三维物体。

由于该方法是建立在从通过图象拍摄装置提供的图象检测到的信息是正确的前提下，所以存在一个问题，即通过拍摄多个具有同样形状的物体杂乱地堆放在一起的场景可获得具有复杂信息的图象，当使用该具有复杂信息的图象或者含有噪音的图象时，不能精确地识别物体。此外，日本早期公开专利[KOAKI]No.10-206135 和日本早期公开专利[KOAKI]No.08-136220 的方法要求重复进行如下处理：从三维信息确定二维特征的预测值以进行校对，根据校对的结果修正三维位置和姿态的评估，以及从获得的三维信息预测二维特征。因此，存在处理时间过长的的问题，使得识别效率低下。

## 发明内容

因此，本发明的主要目的是提供一种三维物体识别方法，通过使用该方法可精确地高速识别物体的位置和姿态。即该三维物体识别方法包括如下步骤：

步骤(A)：使用设置在不同位置的一对照相机对物体进行拍摄从而获得一对用于制作所述物体的立体图象的第一和第二图象；

步骤(B)：在每个第一和第二图象中检测物体的二维特征；

步骤(D)：根据立体测量原理产生第一和第二图象之间的二维特征的一致性；

步骤(F)：根据通过一致性获得的二维特征的三维中的信息识别物体的三维位置和姿态；

步骤(G)：评估识别的三维位置和姿态的可靠性程度；

其中所述三维物体识别方法包括：

步骤(C)：在步骤(B)和步骤(D)之间进行，通过与物体的已知模型数据进行比较来评估步骤(B)的结果的可靠性程度，和/或



步骤(E): 在步骤(D)和步骤(F)之间进行, 通过将在第一图象中检测的二维特征与在第二图象中检测的相应的二维特征进行比较来评估步骤(D)的结果的可靠性程度。

另外, 本发明的又一个目的是提供一种下述的三维识别方法, 用于精确地高速识别物体的三维位置和姿态。即该三维识别方法包括如下步骤:

步骤(A): 使用设置在不同位置的一对照相机对物体进行拍摄从而获得一对用于制作所述物体的立体图象的第一和第二图象, 并且使用与所述一对照相机设置在不同位置的另一照相机拍摄所述物体从而获得第三图象;

步骤(B): 在每个第一、第二和第三图象中检测物体的二维特征;

步骤(D): 根据立体测量原理产生第一和第二图象之间以及第一和第三图象之间的二维特征的一致性;

步骤(F): 根据通过第一和第二图象之间的一致性获得的二维特征的三维中的信息识别物体的三维位置和姿态的第一候选物, 并且, 根据通过第一和第三图象之间的一致性获得的二维特征的三维中的信息识别物体的三维位置和姿态的第二候选物; 以及

步骤(G): 评估每个第一和第二候选物的可靠性程度;

其中所述三维物体识别方法包括:

步骤(C): 在步骤(B)和步骤(D)之间进行, 通过与物体的模型数据进行比较来评估步骤(B)的结果的可靠性程度, 和/或

步骤(E): 在步骤(D)和步骤(F)之间进行, 通过将在第一图象中检测的二维特征与在第二和第三图象中检测的相应的二维特征进行比较来评估步骤(D)的结果的可靠性程度, 以及

步骤(H): 根据步骤(G)中提供的第一和第二候选物确定物体的三维位置和姿态。

本发明的另一个目的是提供一种使用上述的三维物体识别方法的零件抓取系统。本发明的零件抓取系统包括一个用于执行上述三维物体识别方法的图象处理单元、一个具有灵活的机械手的机器人、以及一个机器人控制器, 该机器人控制器用于根据图象处理单元提供的信息来控制

机器人，使得机械手从杂乱地堆放着多个物体的料箱中抓取一个物体，并把抓取的物体移到需要的位置上。因此，即使当从杂乱地堆放着多个具有同样形状的零件的料箱中抓取一个零件时，有可能选择一个最容易从料箱中抓取的零件，并抓取所选择的零件。结果是，可以有效精确地提供生产线上的零件，同时防止抓取失误。

在下面结合附图对本发明的优选实施例的详细描述中，本发明的进一步特征和由此带来的优点将更加清楚。

## 附图说明

图 1 是使用本发明第一实施例的三维物体识别方法的零件抓取系统的示意图；

图 2 是示出本发明第一实施例的三维物体识别方法的流程图；

在图 3 中，(A)和(B)分别是由电视照相机拍摄的事物的左右图象；

图 4 是将在本实施例的零件抓取系统中被抓取的事物的透视图；

在图 5 中，(A)和(B)是左右图象，在每一个图象中，检测事物的二维特征(长边对)；

图 6 是示出检测单独一个事物的长边对和短边对的结果的图；

在图 7 中，(A)和(B)分别是示出在左右图象上识别的矩形中心的分布的图；

图 8 是示出检测单独一个事物的长边对和短边对的结果的图；

图 9 是通过使用一个金字塔图象选择二维特征的方法的原理图；

图 10 是基于线段的立体处理原理的示意图；

图 11 是一个具有用于物体识别的图形的事物的透视图；

在图 13 中，(A)是通过从倾斜方向拍摄堆放的事物获得的一个图片，(B)是通过本系统的照相机拍摄堆放的事物获得的一个图象；

图 14 是使用本发明第二实施例的三维物体识别方法的零件抓取系统的示意图；

图 15 是示出本发明第二实施例的三维物体识别方法的流程图；

图 16 是用于说明本发明的第三实施例的三维物体识别方法的示意图；

图 17 是用于说明本发明的第四实施例的三维物体识别方法的示意图;

图 18 是用于说明本发明的第五实施例的三维物体识别方法的示意图。

## 具体实施方式

### [第一实施例]

本发明的三维物体识别方法可以很好地用于传送零件的零件抓取系统。例如,如图 1 所示,该零件抓取系统包括一对电视照相机(1A, 1B);通过使用这些电视照相机提供的图象信息执行本发明的三维物体识别方法的图象处理单元 2;一个具有灵活的可以抓住零件 30 机械手的机器人 5; 以及一个机器人控制器 4, 该机器人控制器 4 用于根据图象处理单元 2 提供的输出来控制机器人 5, 使得机械手从料箱中抓取零件 30, 其中多个零件 30 杂乱地堆放在载物台 3 上, 并把抓取的零件移到需要的位置上。

在图象处理单元 2 中, 获得的视频信号由 A/D 转换器(20A, 20B)转换为数字信号, 并被暂时存储在存储器 21 中。接着, 在 CPU 22 中执行本发明的三维物体识别方法, 通过通讯 I/F 23 将零件的三维中的位置和姿态数据传送到机器人控制器 4。识别结果存储在显示存储器 24 中, 并可在显示器 25 上被监控。

下面将参考图 2 的流程图详细说明本发明的三维物体识别方法。

#### <步骤 100A, 100B>

在步骤 100A 和 100B 中, 由电视照相机 1A 和 1B 拍摄杂乱地堆放在载物台 3 上的零件 30 的图象。例如, 拍摄的两幅左右图象如图 3(A) 和 3(B)所示。在本实施例中所使用的每个零件 30 是一个矩形框架零件, 如图 4 所示, 由光亮金属材料制成。该框架零件在后表面上具有长边对 31, 在前表面上具有长边对 33 和短边对 32。

#### <步骤 101A, 101B>

接着, 在步骤 101A 和 101B 中, 从左右图象检测零件的二维特征。在由电视照相机 1A 和 1B 拍摄的左右图象通过 A/D 转换器(20A, 20B)

转换为数字信号后,根据相对于左右图象中的每个的明暗图形制备边缘图象。在该实施例中,由于框架零件由光亮金属材料制成,可根据照亮的最亮信息制备边缘图象。然后,在左右图象中的每个中,通过霍夫变换检测框架零件的长边对作为该框架零件的典型特征。图 5(A)和 5(B)是分别检测图 3(A)和 3(B)的左右图象上的长边对的结果。霍夫变换是一个基于“通过表决的证据信息的综合”和“大多数确定原则”的已知的检测直线的方法。因此,将省略对该原理的说明。

接着,通过霍夫变换检测短边对作为在长边对之间的区域中的零件的补充特征。图 6 示出了检测单独一个零件 30 的长边对(41a, 41b)和短边对(42a, 42b)的结果。因此,最好是,通过首先检测物体的典型几何特征且检测典型几何特征以外的几何特征作为补充特征来提取物体的二维特征。各包括检测的长边对和短边对的组合的矩形被作为识别候选物提供。确定各个矩形的中心点和四个角点。图 7(A)和 7(B)中示出了在左右图象上识别的矩形中心点的分布。如本实施例中所指出的,当多个具有同样形状的零件看起来重叠时,在二维特征的识别候选物中会出现很多的错误识别。因此,如下所述,为了获得精确的零件识别结果,有必要评估每个识别候选物的可靠性程度。

作为步骤 101A 和 101B 的另一个实施例,最好根据下述的方式检测零件的二维特征。如图 3 所示,通过霍夫变换检测长边对(51a, 51b)作为零件的典型特征。然后,通过霍夫变换在被检测的长边对(51a, 51b)包围的区域中检测第一短边对(52a, 52b)和第二短边对(53a, 53b)。提供由长边对(51a, 51b)和第一短边对(52a, 52b)组合而成的矩形作为第一识别候选物,提供由长边对(51a, 51b)和第二短边对(53a, 53b)组合而成的矩形作为第二识别候选物。因此,当检测多个候选物时,可以减少噪音的影响和输入图象的失真。

将被检测的二维特征并不限于上述的长边对和短边对。例如,根据将被识别的物体的形状,可以使用诸如圆、弧、直线、直线对、直线对长度、直线对方向以及平行直线对之间的距离之类的二维特征。另外,当使用黑白电视照相机拍摄左右图象时,通过分辨每个所获得的灰度图象以确定边缘和其斜率以及通过霍夫变换检测直线和直线对或圆和弧可

以获得物体的典型和补充二维特征。此外，当使用彩色电视照相机时，可以使用相应于物体的典型彩色的图象区域作为典型的二维特征或补充的二维特征。

最好是，在图象拍摄方向和光亮变化上，作为三维物体的局部特征的二维特征是稳定的。例如，如图 9 所示，可以通过金字塔图象精确地选择二维特征。通过霍夫变换从具有粗糙分辨率的图象(原始图象)首先检测比如长边对的位置的粗糙特征。然后，根据测量精度、将被检测的特征的尺寸和图象的分辨率之间的关系，从具有适当分辨率的图象检测比如短边对之类的物体的其它特征。因此，可稳定地识别物体的矩形形状。在图中，标号 45 表示在原始图象上的物体的二维特征的图象。标号 46、47 和 48 分别表示在  $1/n_1$ 、 $1/n_2$  和  $1/n_3$  图象上的二维特征的图象。

#### <步骤 102A, 102B>

接着，在步骤 102A 和 102B 中，与已知零件模型数据进行比较，评估关于从步骤 101A 和 101B 提供的二维特征的信息的可靠性程度。通过使用诸如根据将要识别的物体的形状选择的几何尺寸之类的信息来进行可靠性评估。具体地说，例如，通过使用由下述的方程式表示的测量不确定性可评估可靠性程度，

$$f_l = |L_m - L_r| \quad \dots\dots\dots(1)$$

其中“ $f_l$ ”是二维特征的可靠性评估值，“ $L_r$ ”是物体的直线的长度(测量值)，“ $L_m$ ”是物体的相应的直线的实际长度，当可靠性评估值“ $f_l$ ”大于要求的阈值时，检测的二维特征作为错误识别而被删除。

另外，通过使用由下述的方程式表示的测量不确定性可评估可靠性程度，

$$f_v = |\Theta_m - \Theta_r| \quad \dots\dots\dots(2)$$

其中，“ $f_v$ ”是二维特征的可靠性评估值，“ $\Theta_r$ ”是由形成物体的矩形的第一和第二平行直线对限定的角度(测量值)，“ $\Theta_m$ ”是由物体的第一和第二平行直线对限定的一个实际角度。当可靠性评估值“ $f_v$ ”大于要求的阈值时，检测的二维特征作为错误识别而被删除。

另外，通过使用由下述的方程式表示的测量不确定性可评估可靠性程度，

$$fd = | Dm - Dr | \quad \dots\dots\dots(3)$$

其中,“fd”是二维特征的可靠性评估值,“Dr”是从图象检测的物体的平行直线之间的距离(测量值),“Dm”是物体的相对应的平行直线之间的实际距离。当可靠性评估值“fd”大于要求的阈值时,检测的二维特征作为错误识别而被删除。

此外,通过使用由方程式(2)或(3)获得的下述的方程式可评估总可靠性程度,

$$f\sigma = | \ominus m - \ominus r | + | Dm - Dr | \quad \dots\dots\dots(4)$$

其中,“fσ”是二维特征的总可靠性评估值。

因此,最好是将在每个左右图象中检测的二维特征与实际物体的二维特征进行比较,并且在它们之间的差别超过一个要求的阈值时,删除作为错误识别的检测的二维特征。在这种情况下,由于在根据立体测量原理产生左右图象之间的二维特征的一致性的步骤 103 之前删除了从步骤(101A, 101B)提供的信息中包含的错误识别,可以避免进行产生错误识别信息的一致性的处理,从而整体上改进三维物体识别方法的处理效率。在上述的可靠性评估中,通过设定多个具有不同权重系数的可靠性评估部分,以及使用包括确定的评估值的可靠性评估部分的权重系数,可以评估可靠性程度。

#### <步骤 103>

在步骤 103 中,根据立体测量原理产生从步骤 102A 和 102B 中提供的物体的左右图象上的二维特征之间的一致性。在该实施例中,由于零件 30 具有线特征,使用基于线段的立体测量原理来产生一致性。图 10 是说明立体测量原理的图。对于图 10 所示的左右图象的线段特征 L1、Lr,设定两条经过这些线段的外极线(epipolar)E1、E2,外极线是左右照相机的透镜中心和将被测量的一点确定的平面与每个照相机的图象拍摄平面的交线。由于从左右线段特征 L1、Lr 与外极线 E1 的交点 P11、Pr1 可确定视差,通过下面的方程式可获得照相机透镜与物体的边 L 上的点 P1 之间的距离,即图象上的点 P1 的三维中的高度坐标。

$$Z = (F \times B)/D \quad \dots\dots\dots(5)$$

其中,“F”是焦距,“B”是照相机之间的距离,“D”是视差。因此,

可确定物体的边 L 上的点 P1 的三维中的位置坐标。相类似, 由于从左右线段特征 L1、Lr 与外极线 E2 的交点 Pl2、Pr2 可确定视差, 通过上面的方程式可获得图象的边 L 上的点 P2 的三维中的高度坐标。因此, 可确定物体的边 L 上的点 P2 的三维中的位置坐标。从点 P1 和 P2 的三维中的位置坐标可确定三维中的线 L 的位置和姿态。因此, 步骤 103 的目的是, 通过产生左图象上的物体的二维特征(直线等)与右图象上的物体的相应的二维特征之间的一致性来确定二维特征的三维中的位置和姿态。

为了产生物体的左右图象之间的二维特征的一致性, 比如, 有如下方法: (a)、使用左右图象之间的直线对的中心轴和直线的平行度的方法, (b)、使用左右图象之间的直线对和直线的长度不同的方法, (c)、使用左右图象之间的物体的整体形状不同的方法, (d)、使用左右图象之间的直线对的中心轴和直线的方向不同的方法。作为方法(b), 可以采用(b1)、确定在通过霍夫变换进行直线检测时专用于直线的边缘点数目作为直线长度的方法, 或者(b2)、确定通过边缘跟踪获得的直线两端之间的距离作为直线长度的方法。另外, 作为方法(d), 可以采用(d1)、确定通过边缘跟踪获得的直线的起点和终点限定的方向作为直线方向的方法, (d2)、确定在通过霍夫变换进行直线检测时表示直线的参数  $\beta$  作为直线方向的方法, 或者(d3)、确定在通过霍夫变换进行直线检测时专用于直线的边缘的效率方向的平均值作为直线方向的方法。

#### <步骤 104>

在步骤 104 中, 评估从步骤 103 提供的二维特征的一致性的可靠性程度。为了评估一致性的可靠性程度, 可以使用物体的局部特征, 比如, 直线长度、形成物体的矩形的第一和第二平行直线对限定的角度、和/或平行直线之间的距离。当使用直线长度时, 通过使用下述的方程式可评估一致性的可靠性程度,

$$F1 = |L1 - Lr| \quad \dots\dots\dots(6)$$

其中“F1”是左右图象之间产生的一致性的可靠性评估值, “Lr”是在右图象上检测的直线的长度, “L1”是在左图象上检测的相应的直线的长度。当可靠性评估值“F1”大于要求的阈值时, 提供的一致性作

为错误一致性而被删除。

另外，当使用两平行的直线对限定的角度时，通过使用下述的方程式可评估一致性的可靠性程度，

$$F\theta = |\theta_l - \theta_r| \quad \dots\dots\dots(7)$$

其中，“ $F\theta$ ”是左右图象之间产生的一致性的可靠性评估值，“ $\theta_r$ ”是在右图象上检测的两平行的直线对限定的角度，“ $\theta_l$ ”是在左图象上检测的相应的两平行的直线对限定的角度。当可靠性评估值“ $F\theta$ ”大于要求的阈值时，提供的一致性作为错误一致性而被删除。

另外，当使用平行直线之间的距离时，通过使用下述的方程式可评估一致性的可靠性程度，

$$Fd = |D_l - D_r| \quad \dots\dots\dots(8)$$

其中，“ $Fd$ ”是左右图象之间产生的一致性的可靠性评估值，“ $D_r$ ”是在右图象上检测的平行直线之间的距离，“ $D_l$ ”是在左图象上检测的相应的平行直线之间的距离。当可靠性评估值“ $Fd$ ”大于要求的阈值时，提供的一致性作为错误一致性而被删除。

因此，最好是将在每个左图象中检测的二维特征与在右图象中检测的相应的二维特征进行比较，并且在它们之间的差别超过一个要求的阈值时，删除作为错误一致性的检测的二维特征。在这种情况下，由于在识别零件的三维中的位置和姿态的下一个步骤105之前删除了从步骤103提供的信息中包含的错误一致性，可以避免进行根据错误一致性信息识别零件的三维中的位置和姿态的处理，从而整体上改进三维物体识别方法的处理效率。在上述的可靠性评估中，通过设定多个具有不同权重系数的可靠性评估部分，以及使用包括确定的评估值的可靠性评估部分的权重系数，可以评估可靠性程度。

在本实施例中，通过使用长边和短边对的长度和方向来评估一致性的可靠性程度以删除错误一致性。为了获得精确的识别结果，如本实施例所示，最好进行步骤(102A, 102B)和步骤104。但是，当在步骤(102A, 102B)中评估可靠性程度时，可以省略步骤104的可靠性程度。另外，当在步骤104中评估可靠性程度时，可以省略步骤(102A, 102B)。

<步骤105>



在步骤 105 中, 根据从步骤 104 提供的物体的二维特征的三维中的信息识别物体的三维中的位置和姿态。例如, 为了识别物体的三维中的位置和姿态, 可以采用如下方法: (A)、测量物体上任意选择的三点构成的三角形的中心位置作为物体的位置以及垂直于三角形平面的方向作为物体的姿态, (B)、测量垂直于由物体上四点或更多点确定的三维中的平面的方向的平均值作为物体的姿态以及物体上的四点或更多点的位置的组合的平均值的三维中的位置作为物体的位置, 或者(C)、测量垂直于由物体上的具有不同方向的两组平行线确定的平面的方向的平均值作为物体的姿态以及两组平行线的四个交点的平均位置作为物体的位置。另外, 作为确定垂直于平面的方向的方法, 可以使用确定垂直于通过最小正方形方法任意选择的三点的三维坐标构成的平面的方法, 或者确定垂直于通过使用根据 Matrin Newell 方法任意选择的四点的三维坐标获得的平面方程的平面的方法。

下面将介绍步骤 105 的一个具体的实例。首先, 限定物体的典型位置和姿态。具体地说, 垂直于由图 3 中所示的零件的短边对 32 构成的平面的方向被限定为零件的姿态, 由短边对 32 和通过把长边对 31 投影在短边对 32 的平面上获得的直线对构成的矩形的中心被限定为物体的典型位置。然后, 确定用于获得典型位置和姿态所要求的物体的元素的三维中的信息。具体地说, 对于图 3 中所示的零件, 确定短边对 32、长边对 31、短边对平面和通过把长边对 31 投影在短边对平面上获得的直线对的三维中的信息。接着, 从元素的三维中的信息确定物体的典型点的三维位置坐标。具体地说, 确定由短边对 32 和通过把长边对 31 投影在短边对 32 的平面上获得的直线对构成的矩形的四个交点  $P_i(X_i, Y_i, Z_i)(i=1-4)$ 。把这些坐标代入下述的方程式中, 可获得物体的典型点的三维位置坐标  $(X_c, Y_c, Z_c)$ 。

$$X_c = (X_1 + X_2 + X_3 + X_4) / 4 \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$Y_c = (Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4) / 4 \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$Z_c = (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4) / 4 \quad \dots\dots\dots(11)$$

另外, 从元素的三维中的信息确定物体的姿态。即, 根据下述的方程式(12), 通过 Matrin Newell 方法和最小正方形方法确定垂直于由短边对构成的平面  $aX + bY + Z + d = 0$  的方向参数  $(a, b, l)$ 。

$$5 \quad \begin{pmatrix} a \\ b \\ d \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^4 X_i^2 & \sum_{i=1}^4 X_i Y_i & \sum_{i=1}^4 X_i \\ \sum_{i=1}^4 X_i Y_i & \sum_{i=1}^4 Y_i^2 & \sum_{i=1}^4 Y_i \\ \sum_{i=1}^4 X_i & \sum_{i=1}^4 Y_i & 4 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} - \sum_{i=1}^4 X_i Z_i \\ - \sum_{i=1}^4 Y_i Z_i \\ - \sum_{i=1}^4 Z_i \end{bmatrix}$$

$$10 \quad \begin{matrix} 15 \\ 20 \end{matrix} \quad \begin{bmatrix} a \\ b \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{i,j=1 \atop i \neq j}^4 (Y_i - Y_j)(Z_i + Z_j)}{\sum_{i,j=1 \atop i \neq j}^4 (X_i - X_j)(Y_i + Y_j)} \\ \frac{\sum_{i,j=1 \atop i \neq j}^4 (Z_i - Z_j)(X_i + X_j)}{\sum_{i,j=1 \atop i \neq j}^4 (X_i - X_j)(Y_i + Y_j)} \\ 1 \end{bmatrix}$$

另外，物体的多个典型点的三维坐标的平均值可以被确定为物体的位置，并且，垂直于物体的多个典型平面的方向的平均值可以被确定为物体的姿态。

在步骤 105 中，最好识别物体的前面和后面。具体地说，确定物体所要求的元素，比如，图 3 所示的零件 30 的长边对 31 和短边对 32 构成

的平面。接着，从三维中元素之间的相对位置关系识别物体的三维中的方向。例如，通过根据图 3 所示的零件 30 的长边对 31 的平面和短边对 32 的平面之间的宇宙坐标系 Oxyz 中的相对位置关系，鉴别零件 30 的前面和后面识别物体的三维中的姿态。在该实例中，当长边对 31 的平面与短边对 32 的平面相比处于较高的位置时，它可被识别为后面。因此，通过根据物体的元素的三维中的信息鉴别物体的前面和后面可以进一步改进三维物体识别的精度。

另外，最好是，根据所要求的物体的区域上的图形和颜色来识别物体的三维中的姿态。例如，当根据零件上描绘的要求的图形鉴别物体的前面和后面时，在左右图形上检测所要求的物体的二维区域，以鉴别区域中诸如字母之类的图形存在与否。在图 11 的情况下，由于字母 35 “ABCD” 仅描绘在零件 30A 的后面，可以通过鉴别字母的存在与否来识别零件 30A 的前面和后面。另外，当根据零件上所提供的所要求的颜色区域来鉴别物体的前面和后面时，通过使用彩色电视照相机检测零件 30B 上提供的颜色区域 36 来识别图 12 所示的零件 30B 的前面和后面。

#### <步骤 106>

在步骤 106 中，评估从步骤 105 提供的物体的三维中的位置和姿态的识别结果的测量可靠性程度。即，将通过测量物体获得的三维中的信息与物体的已知三维特征(即模型数据)进行比较以便根据它们之间的不同对识别的三维中的位置和姿态给定一个可靠性分数。作为已知的将与测量值进行比较的物体的三维特征，比如，可以使用物体的三维中的直线之间的距离、物体的三维中的平面之间的距离、垂直于三维中的平面的方向之间限定的角度、在多个点测量的物体的三维中的平面之间的距离变化、测量的三维中的直线上的每个点的位置变化、以及测量的三维中的平面上的每个点的位置变化。

另外，最好是，通过使用可靠性评估方程式来评估测量可靠性的程度，该评估方程式包括至少两个与物体的几何特征相关的评估因子。在这种情况下，每个评估因子具有一个根据其重要性确定的权重。例如，在图 3 所示的零件的情况下，最好通过使用下述的方程式(13)和(14)来评估物体的三维中的位置和姿态的识别结果的可靠性程度。即，通过下述的方程式，使用在步骤 103 中产生一致性的矩形的线段元素可以评估三

维中的总可靠性程度，从而在三维中重建只有满足线段基础上的恒定可靠性程度的立体象对。

$U_{2d} = W1(\text{短边的二维中的平行度}) + W2(\text{短边之间的二维中的距离的相似性}) + W3(\text{短边构成的平面和长边构成的平面之间的相似性}) + W4(\text{长边的二维中的平行度}) + W5(\text{长边之间的二维中的距离的相似性}) + W6(\text{短边构成的平面和长边构成的平面之间的距离})$  .....(13)

其中“ $U_{2d}$ ”是二维中的总可靠性的评估值， $W_i(i=1-6)$ 是权重系数。根据评估项目的重要性和测量值的稳定性确定每个用于评估项目的权重系数。例如，由于能以较好的精度检测距离的测量值，最好将距离的权重系数  $W2$ 、 $W5$  和  $W6$  设定的比其它权重系数大。通过设定多个具有不同权重系数的可靠性评估部分，以及使用包括确定的评估值“ $U_{2d}$ ”的可靠性评估部分的权重系数，可以评估可靠性程度。

接着，对于每个边、平面和重建的物体的三维中的平面之间，检测测量值与模型数据之间的相似性，并且，通过下述的方程式确定三维中的总可靠性程度。

$U_{3d} = W1(\text{短边的平行度}) + W2(\text{短边之间的距离的相似性}) + W3(\text{短边构成的平面的平面度}) + W4(\text{长边的平行度}) + W5(\text{长边之间的距离的相似性}) + W6(\text{长边构成的平面的平面度}) + W7(\text{短边构成的平面和长边构成的平面之间距离的相似性}) + W8(\text{短边构成的平面和长边构成的平面之间的平行度}) + W9(\text{垂直于短边构成的平面的方向和垂直于长边构成的平面的方向之间的相似性}) + W10(\text{短边轴和长边轴之间的相似性})$  .....(14)

其中“ $U_{3d}$ ”是三维中的总可靠性的评估值， $W_i(i=1-10)$ 是权重系数。根据评估项目的重要性和测量值的稳定性确定每个用于评估项目的权重系数。

#### <步骤 107>

在步骤 107 中，根据从步骤 106 提供的零件的三维中的位置和姿态的识别结果确定将由机械手抓取零件。在本实施例中，使用“零件存在于较高位置”和“获得的三维中的位置和姿态的识别结果的可靠性程度较高”的评估标准，关于这些评估标准，具有最高水平满意度的零件被

作为最容易抓取的零件。在表 1 和图 13(A)和 13(B)中示出了最后结果的一个实例。表 1 示出了零件的中心点离开载物台的高度(Z)以及可靠性程度(C)，在图 13(A)和 13(B)中每个零件由标号#1 至#4 表示。

表 1

No	零件中心点的高度(Z)	可靠性程度(C)
#1	22.5	5155
#2	13.8	1052
#3	13.0	1079
#4	9.4	4079

如果数字值较小，可靠性程度增加。尽管零件#1 的中心点位于较高位置，但其可靠性程度较低。另一方面，零件#2 具有中心点的第二高度和最高的可靠性程度。因此，在该实例中，零件#2 被选择作为最容易抓取的零件。零件#1 由于其倾斜一个较大的角度而可靠性程度较低。

#### <步骤 108-110>

确定将被抓取的零件后，零件的坐标数据被送到机器人控制器(步骤 108)。机器人控制器控制机器人，使得机械手从料箱中抓取所选择的零件(在上述的实例中为#2)，并将零件送到要求的位置(步骤 109)。接着，检测是否完成所有零件的抓取(步骤 110)。在为是的情况下，操作结束。在为否的情况下，重复上述的操作。

最好采用包括如下步骤的方法，即根据在步骤 105 中识别的物体的三维中的位置和姿态预测左右图象上的物体的二维特征，并且评估预测的二维特征与在步骤(101A, 101B)中检测的物体的二维特征之间的相似性。具体地说，根据在步骤 105 中获得的物体的三维中的信息和照相机的投影模型预测左右图象上的二维特征。将预测的二维特征与在步骤(101A, 101B)中检测的物体的二维特征进行比较以评估在步骤(101A, 101B)中检测的二维特征的结果。因此，通过把获得的三维中的信息反馈到二维特征的评估处理中，可以更精确地评估二维特征。因此，可以改进物体的三维中的位置和姿态的识别精度。

如上所述,根据本发明,由于测量结果的可靠性程度适合在从生成物体的立体图的两幅图象识别物体的三维中的位置和姿态的方法的较早阶段进行,可早期删除不确定性信息,可通过使用高可靠性程度的信息来进行下一步的处理。因此,即使面对多个零件杂乱堆放的复杂情况,也可以精确地高速识别物体的三维中的位置和姿态。

### [第二实施例]

如图 14 所示,第二实施例的零件抓取系统基本上等于第一实施例的零件抓取系统,只是除了电视照相机之外还使用一个第三照相机 1C,通过使用用于第三照相机 1C 的带有 A/D 转换器 20C 的图象处理单元可进行图 15 所示的三维物体识别方法。

本实施例的三维物体识别方法包括如下步骤:步骤 200A,拍摄左图象;步骤 201A,检测左图象上物体的二维特征;步骤 202A,评估二维特征的可靠性程度;步骤 200B,拍摄右图象;步骤 201B,检测右图象上物体的二维特征;步骤 202B,评估二维特征的可靠性程度。按照与第一实施例相同的方式进行这些步骤。本实施例的方法还包括如下步骤:步骤 200C,拍摄第三图象;步骤 201C,检测第三图象上物体的二维特征;步骤 202C,评估二维特征的可靠性程度。按照与左右图象的情况相同的方式进行这些步骤。

接着,按照与第一实施例相同的方式进行如下步骤:步骤(203),产生左右图象之间的二维特征的一致性;步骤(204),评估一致性的可靠性程度;步骤(205),识别物体的三维中的位置和姿态;以及步骤(206),评估三维中的位置和姿态的识别结果的可靠性程度。另一方面,按照与上述相同的方式独立进行如下步骤:步骤(203'),产生左图象和第三图象之间的二维特征的一致性;步骤(204'),评估一致性的可靠性程度;步骤(205'),识别物体的三维中的位置和姿态;以及步骤(206'),评估三维中的位置和姿态的识别结果的可靠性程度。在步骤 207 中,从步骤 206 提供的三维中的位置和姿态的信息和从步骤 206'提供的三维中的位置和姿态的信息被混合在一起。接着的步骤基本上与第一实施例相同,因此将省略对其的说明。

在本实施例的系统中,整个系统的结构的复杂性稍微增加。但是,

有这样一个优点，即，无论物体的姿态如何，能以均匀的测量精度识别物体的三维中的位置和姿态。如有必要，该三维物体识别方法还可包括如下步骤：增加从不同于左、右和第三图象的视点拍摄图象的照相机，使用另外的照相机提供的图象信息进行识别处理。当使用很多照相机时，为了提供实际的系统，加速识别处理是一个重要的主题。因此，最好使用平行分布处理的结构。

在步骤 204 和步骤 205 之间以及步骤 204'和步骤 205'之间可根据物体的颜色评估可靠性的程度。具体地说，计算测量的物体矩形表面的颜色与实际的相对应物体矩形表面的颜色的偏移，所获得的偏移被用于评估可靠性程度。例如，确定标准颜色矢量的标量积。当用  $C(R, G, B)$  表示测量的物体矩形表面的颜色的标准颜色矢量时，用  $C_m(R_m, G_m, B_m)$  表示实际的物体矩形表面的标准颜色矢量，可由下述的方程式确定可靠性评估值 “fc”，

$$“fc” = C_m \cdot C = R_m * R + G_m * G + B_m * B \quad \dots\dots\dots(15)$$

另外，可代替上述的颜色根据物体上的图形评估可靠性程度。具体地说，计算测量的物体矩形表面的图形与实际的相对应物体矩形表面的图形的偏差量，使用所获得的偏差量来评估可靠性程度。例如，最好使用表面亮度的变化。当用 “I” 和 “I<sub>m</sub>” 分别表示测量的物体矩形表面的亮度和实际的物体矩形表面的亮度时，并且 “Var()” 表示变化时，可由下述的方程式确定可靠性评估值 “fp”，

$$fp = 1 / (1 + |1 + Var(I_m) - Var(I)|) \quad \dots\dots\dots(16)$$

因此，通过根据颜色或图形进行另外的可靠性评估可以进一步改进识别精度。

### [第三实施例]

上述第二实施例说明了，通过产生左右图象之间及左图象与第三图象之间的二维特征的一致性，可以改进物体的三维中的位置和姿态的识别精度。在该实施例中，考虑到产生右图象和第三图象之间的二维特征的一致性来进行三维物体识别方法。

具体地说，如图 16 所示，说明了将矩形固体 50 用作物体的情况，并且，两个平行的直线对(51, 52), (53, 54)被用作物体的二维特征。首

先, 使用三个照相机 1A, 1B 和 1C 拍摄矩形固体的图象。接着, 从三个图象中的每个中提取两个平行的直线对(51, 52), (53, 54)作为二维特征。进行产生由照相机 1A 拍摄的左图象和由照相机 1B 拍摄的右图象之间的一致性的第一处理、产生左图象和由照相机 1C 拍摄的第三图象之间的一致性的第二处理、产生右图象和第三图象之间的一致性的第三处理。可根据与第一实施例的步骤 103 相同的方式进行每个处理。然后, 通过下述的可靠性评估的方法从第一至第三处理的结果确定具有最高可靠性程度的结果。

两个平行直线对的四个方向被表示为 127, 128, 129 和 130。另外, 连接电视照相机 1A 和 1B 的光学中心的直线方向、连接电视照相机 1B 和 1C 的光学中心的直线方向、连接电视照相机 1C 和 1A 的光学中心的直线方向被分别表示为 124, 125 和 126。首先, 关于平行直线对 51, 52 的方向 127, 128, 计算由连接两个电视照相机光学中心的直线和这些方向限定的角度( $\gamma$ )。可根据这些角度的函数(在本说明中, 是如下示出的三角几何函数的正弦函数)确定可靠性程度“ $f(\gamma)$ ”。

$$\gamma < 90: f(\gamma) = \sin(\gamma) \quad \dots\dots\dots(17)$$

$$\gamma \geq 90: f(\gamma) = \sin(180 - \gamma) \quad \dots\dots\dots(18)$$

作为计算角度的结果, 由方向 127, 128 和方向 124 限定的角度为 10 度, 由方向 127, 128 和方向 125 限定的角度为 50 度, 由方向 127, 128 和方向 126 限定的角度为 70 度。从这些结果中, 由于电视照相机 1C 和 1A 之间的一致性表示关于线段 51 和 52 的最高程度的可靠性, 所以选择第二处理的一致性的结果。另一方面, 由线段 53, 54 的方向 129, 130 和方向 124 限定的角度为 80 度, 由方向 129, 130 和方向 125 限定的角度为 40 度, 由方向 129, 130 和方向 126 限定的角度为 20 度。从这些结果中, 由于电视照相机 1A 和 1B 之间的一致性表示关于线段 53 和 54 的最高程度的可靠性, 所以选择第一处理的一致性的结果。

因此, 通过选择性地使用产生关于每个局部特征的最高程度的可靠性的一致性的处理的结果, 可进行三维物体识别方法。因此, 可以提供具有改进精度的识别结果。由于可根据与上述的实施例相同的方式进行如下步骤, 即根据产生一致性的处理的结果识别物体的三维中的位置和



姿态，以及评估识别结果的可靠性程度，故省略对其的描述。

#### [第四实施例]

如图 14 所示，在使用具有三个照相机的系统进行三维物体识别方法的情况下，本实施例的特征在于下述步骤：将通过产生左右图象之间的一致性获得的三维特征投影在由第三照相机拍摄的第三图象上，该第三照相机与第一和第二照相机之间具有已知的三维中的位置关系，计算投影的二维特征与相应的第三图象的二维特征之间的偏差，以及根据偏差量评估二维特征的可靠性程度。

具体地说，首先产生左右图象之间的一对直线的一致性。该结果被投影在第三图象上。在图 17 中，标号 141 和 142 表示直线对的投影图象，标号 143 和 144 表示第三图象 145 上相应的直线对的图象。计算由直线对 143 和 144 与投影的直线对 141 和 142 限定的角度( $\delta$ )。可根据这些角度的函数(在本说明中，是如下示出的三角几何函数的余弦函数)确定可靠性程度“ $f(\delta)$ ”。

$$f(\delta) = \cos(\delta) \quad \dots\dots\dots(19)$$

由于  $f(\delta)$  的值较小，可靠性程度增加。当正确地进行测量时，直线对 143，144 和投影直线对 141，142 相一致。

因此，通过根据第三图象上的投影图象评估二维特征的可靠性程度以及选择性地使用具有高可靠性程度的一致性的结果，可识别物体的三维的位置和姿态。因此，可以提供具有改进精度的识别结果。由于可根据与上述的实施例相同的方式进行如下步骤，即根据产生一致性的处理的结果识别物体的三维中的位置和姿态，以及评估识别结果的可靠性程度，故省略对其的描述。

#### [第五实施例]

如图 18 所示，本实施例的三维物体识别方法的特征在于：使用第一对电视照相机 81，82 拍摄两幅图象来制作物体的立体图象，以及使用第二对电视照相机 84，85 从不同的角度拍摄两幅图象来制作物体的另一立体图象。

例如，提取平面 88 和 90 二维特征(相交成直角的直线)。接着，产生由电视照相机 81 和 82 检测的二维特征的一致性，以及产生由电视照

相机 84 和 85 检测的二维特征的一致性。然后，确定由垂直于平面的方向与电视照相机的视点方向限定的角度( $\alpha$ )。具体地说，计算由垂直于平面 88, 90 的方向 89, 91 与第一对和第二对电视照相机的视点方向 83, 86 限定的每个角度。可根据这些角度的函数(在本说明中，是如下示出的三角几何函数的余弦函数)确定可靠性程度“ $f(\alpha)$ ”。

$$\alpha < 90: f(\alpha) = \cos(\alpha) \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$\alpha \geq 90: f(\alpha) = \cos(180 - \alpha) \quad \dots\dots\dots(21)$$

关于由垂直于平面 88 的方向 89 与第一对和第二对电视照相机的每个视点方向 83, 86 限定的角度，由于由方向 89 与视点方向 83 限定的角度小于由方向 89 与视点方向 86 限定的角度，前者的可靠性评估值  $f(\alpha)$  较高。因此，选择测量平面 88 与第一对电视照相机的结果。另一方面，关于由垂直于平面 90 的方向 91 与第一对和第二对电视照相机的每个视点方向 83, 86 限定的角度，由于由方向 91 与视点方向 83 限定的角度大于由方向 91 与视点方向 86 限定的角度，后者的可靠性评估值  $f(\alpha)$  较高。因此，选择测量平面 90 与第二对电视照相机的结果。

因此，通过选择性地使用关于每个构成物体的平面的较高级别的可靠性的测量结果，可识别物体的三维中的位置和姿态。因此，可以提供具有改进精度的识别结果。由于可根据与上述的实施例相同的方式进行如下步骤，即根据产生一致性的处理的结果识别物体的三维中的位置和姿态，以及评估识别结果的可靠性程度，故省略对其的描述。

在上述的实施例中，已经详细描述了应用在提供零件的零件抓取系统上的本发明的三维物体识别方法。但是，本发明的方法不限于这种应用，其可应用在使用物体三维中的位置和/或姿态信息的各种系统中。

说明书附图

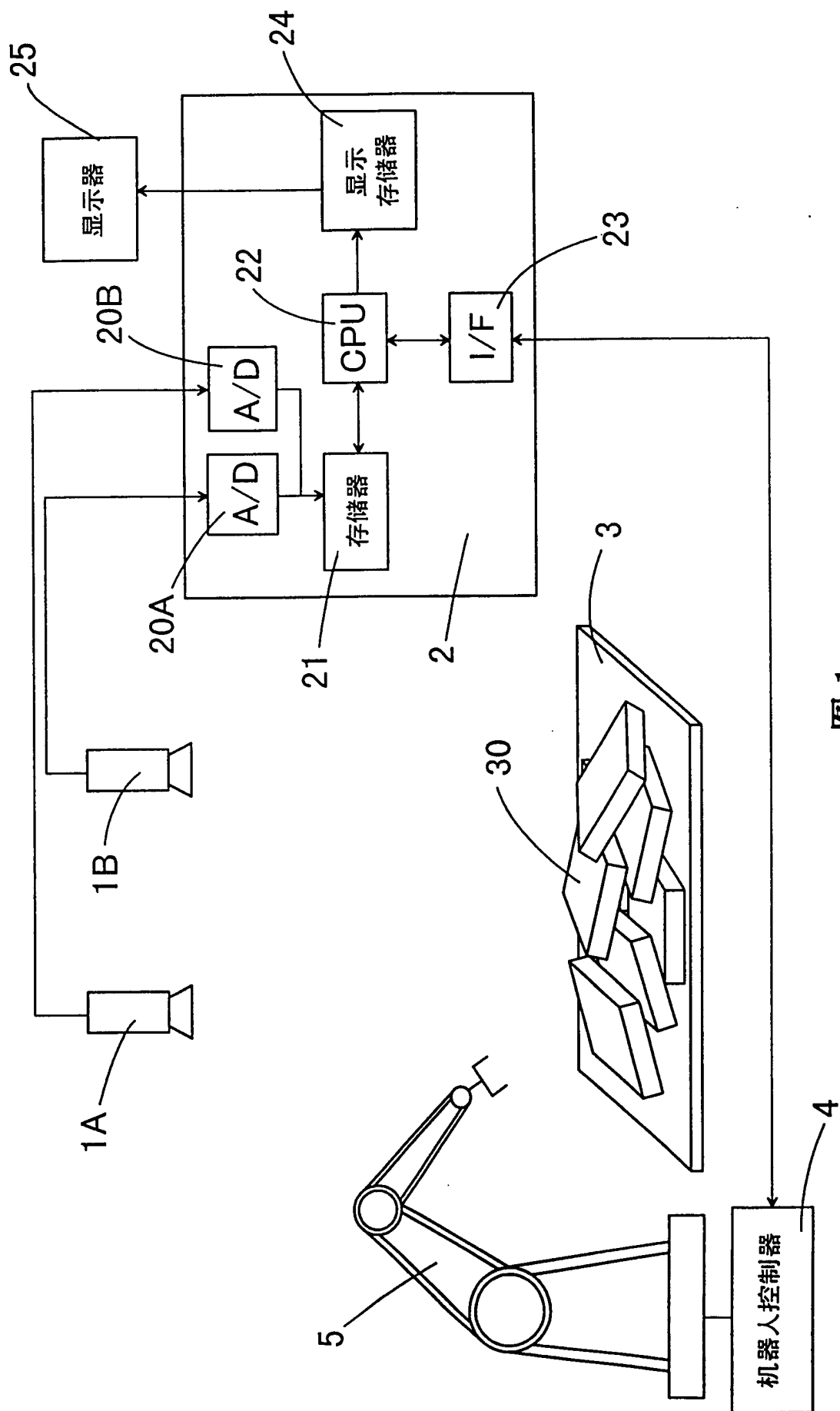


图 1

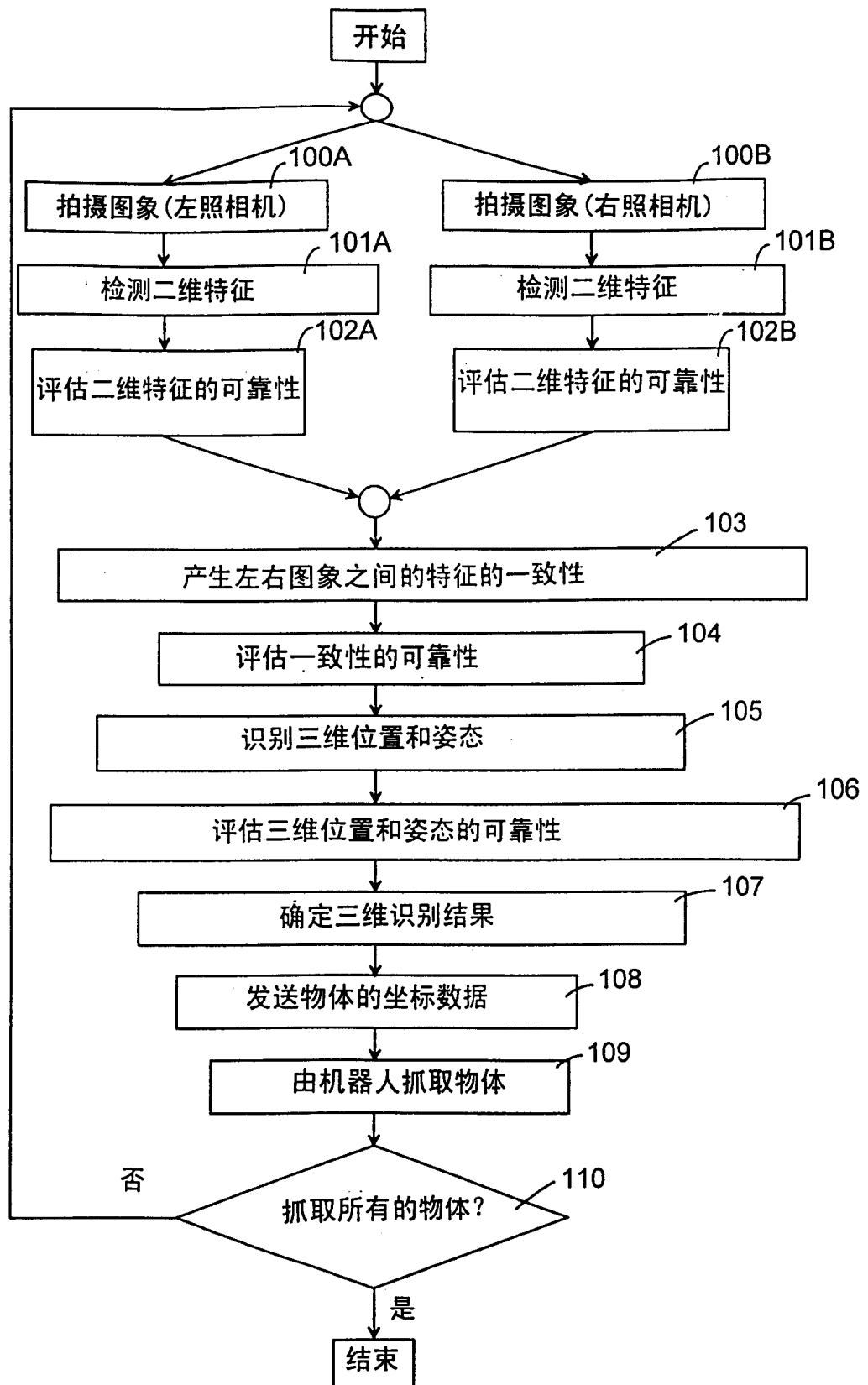
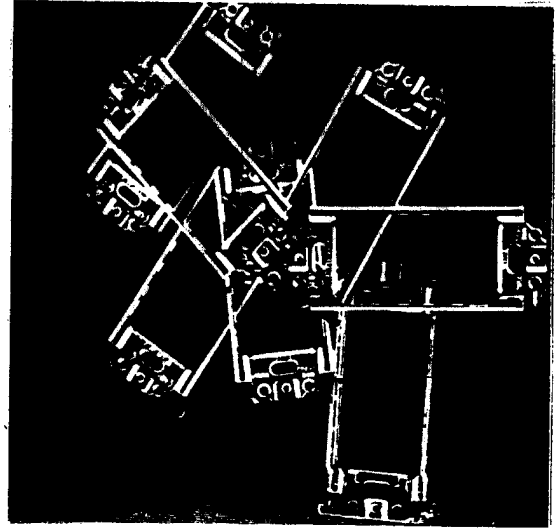
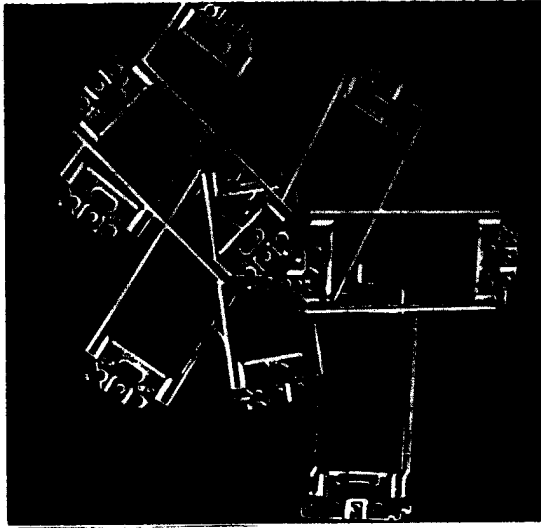


图 2

左图象

右图象



(A)

(B)

图 3

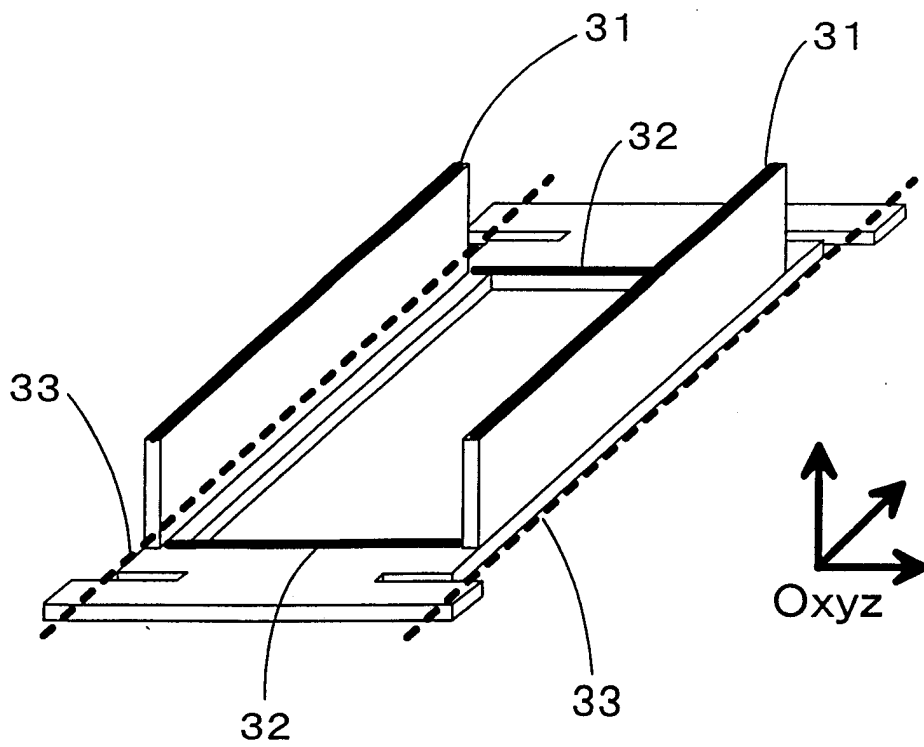
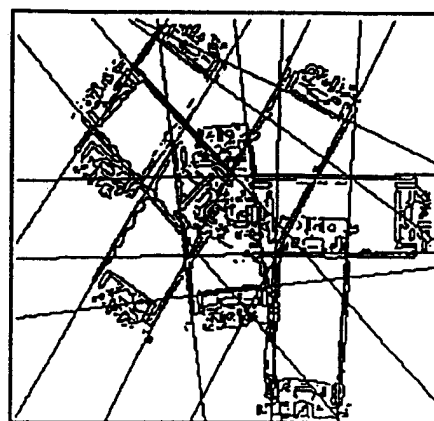
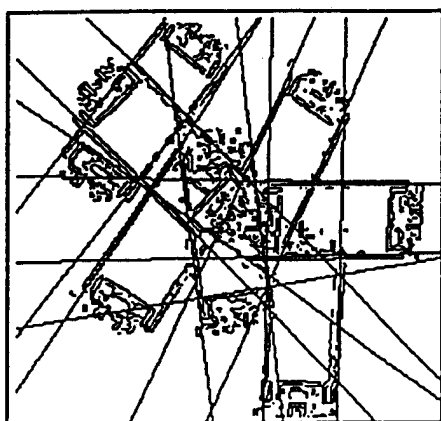


图 4  
3

左图象

右图象



(A)

(B)

图 5

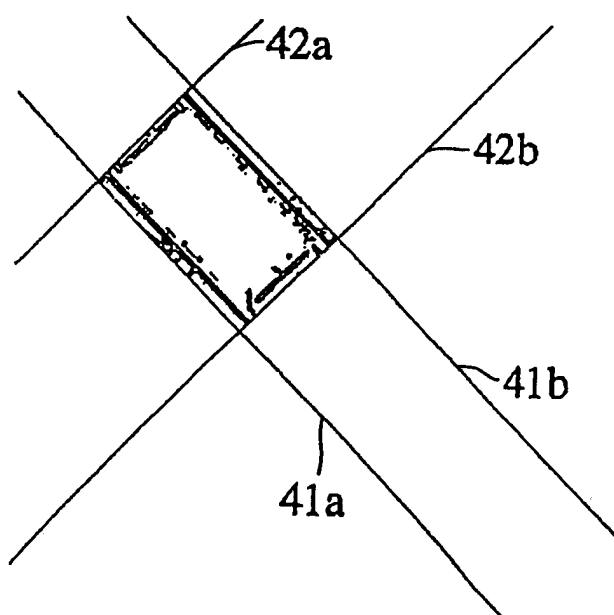
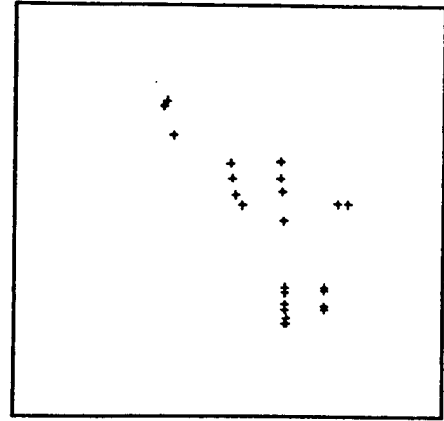
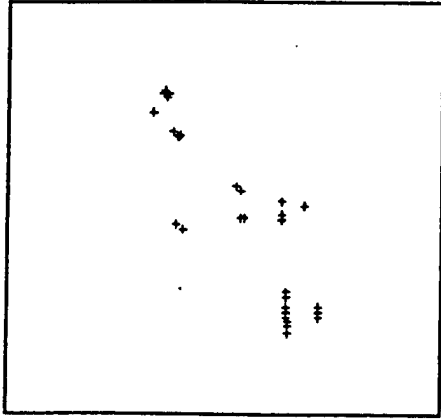


图 6

左图象

右图象



(A)

(B)

图 7

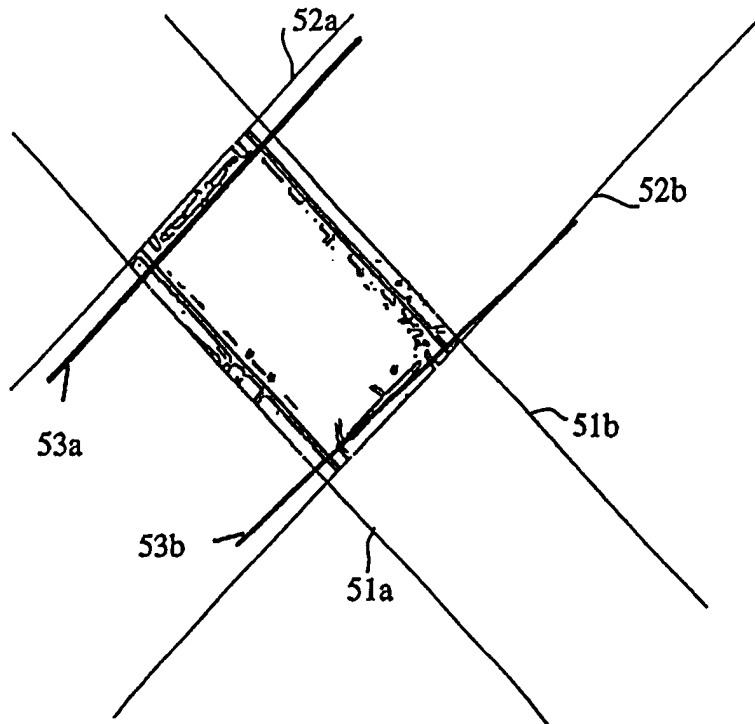


图 8

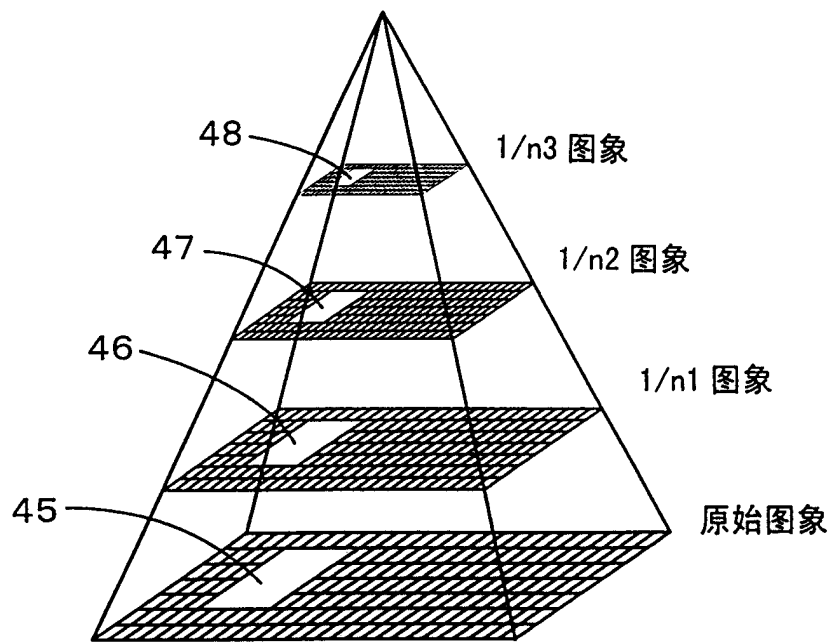


图 9



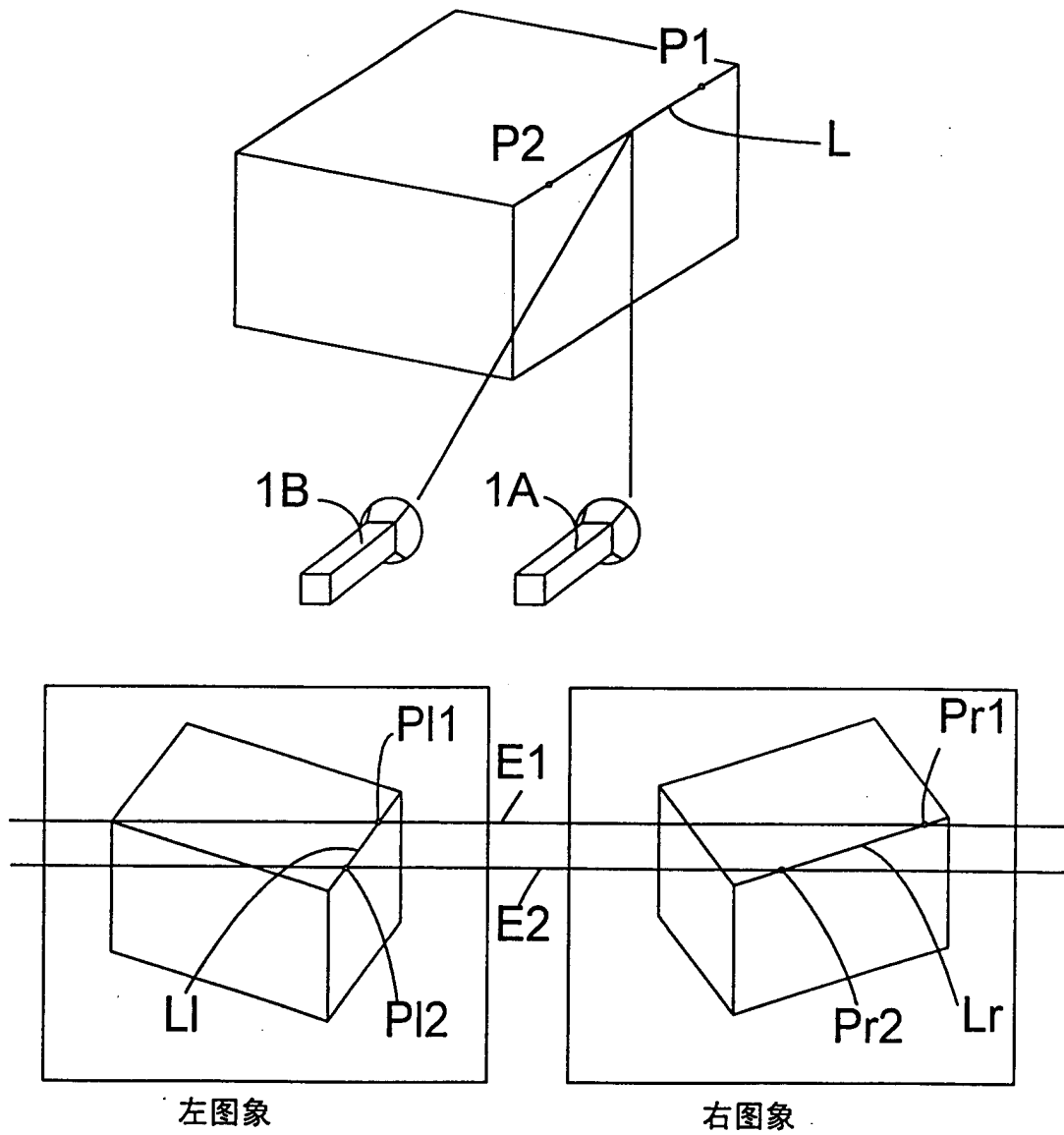


图 10

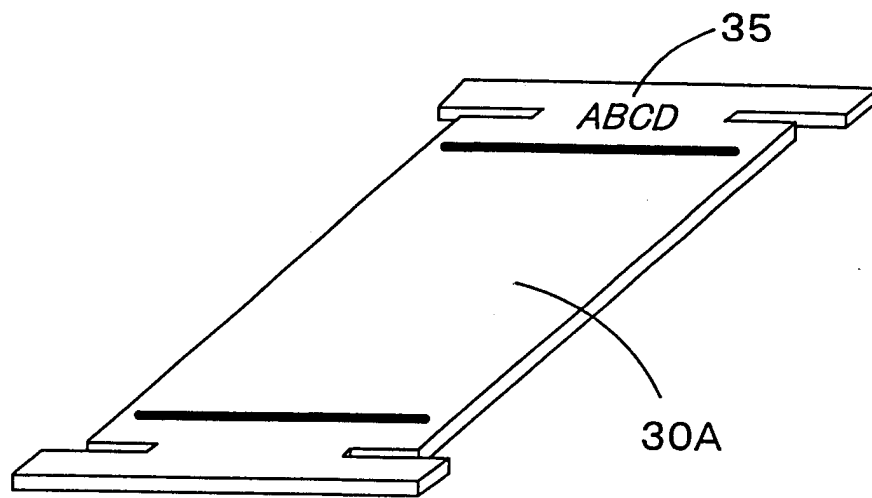


图 11

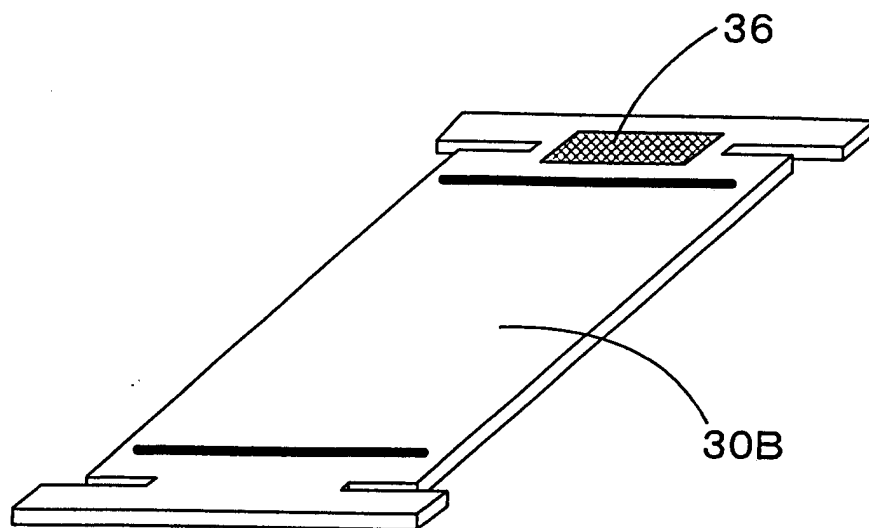
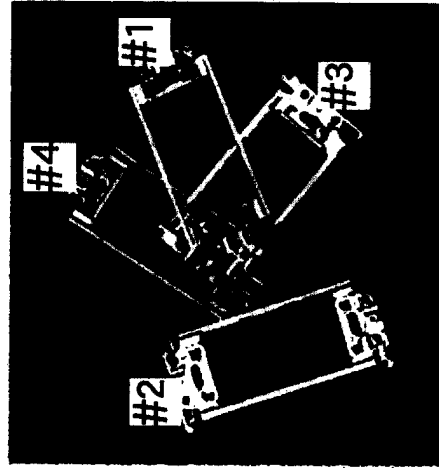
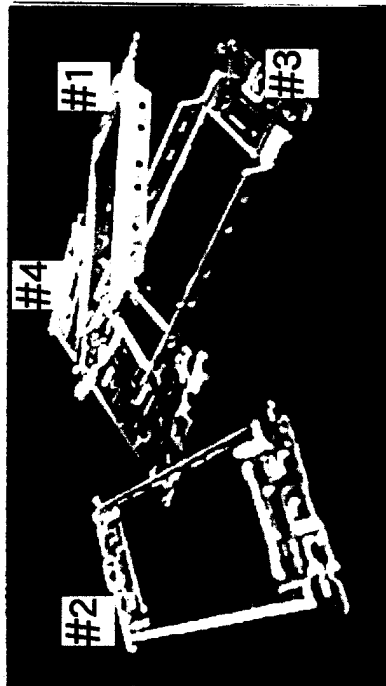


图 12



(B)



(A)

图 13

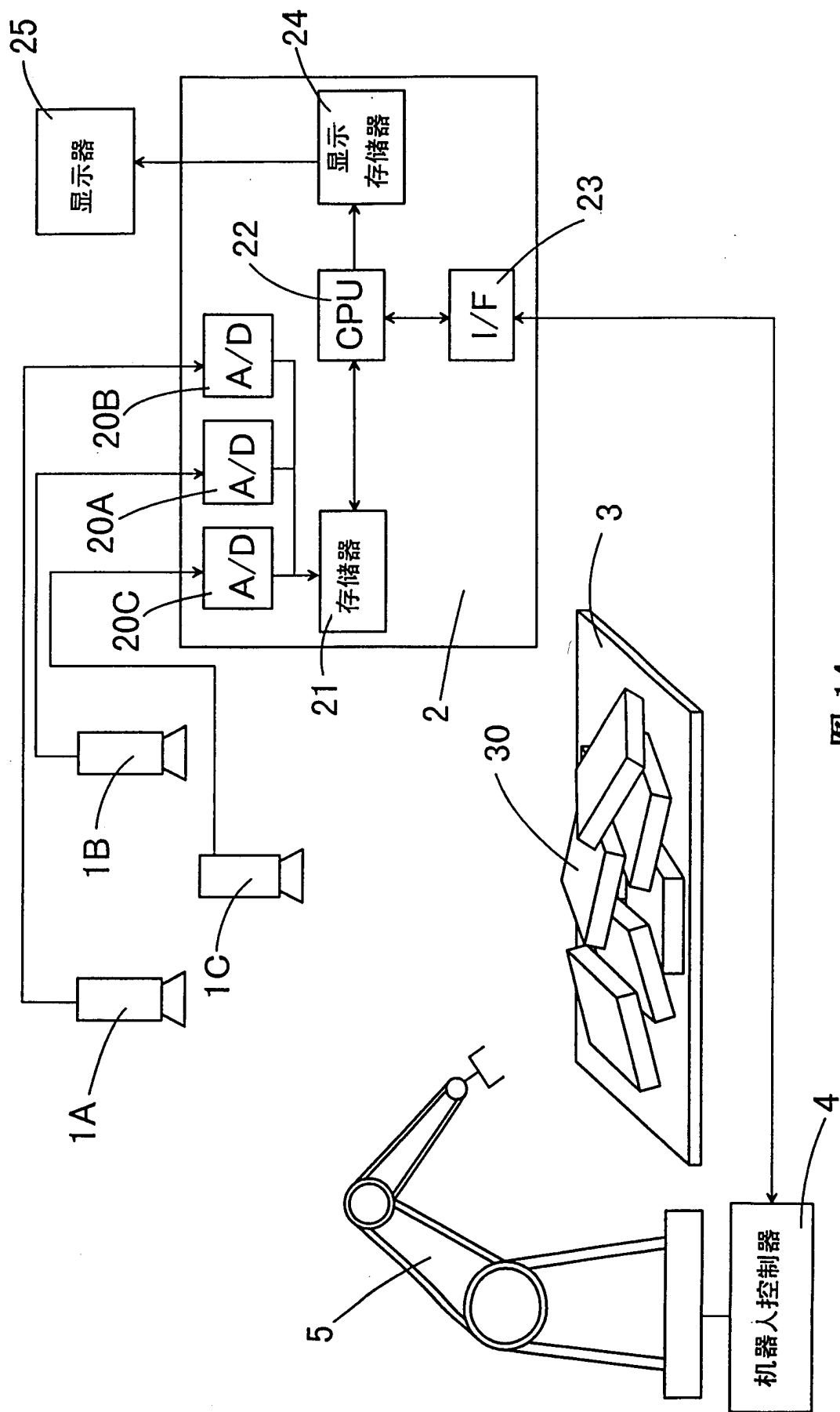


图 14

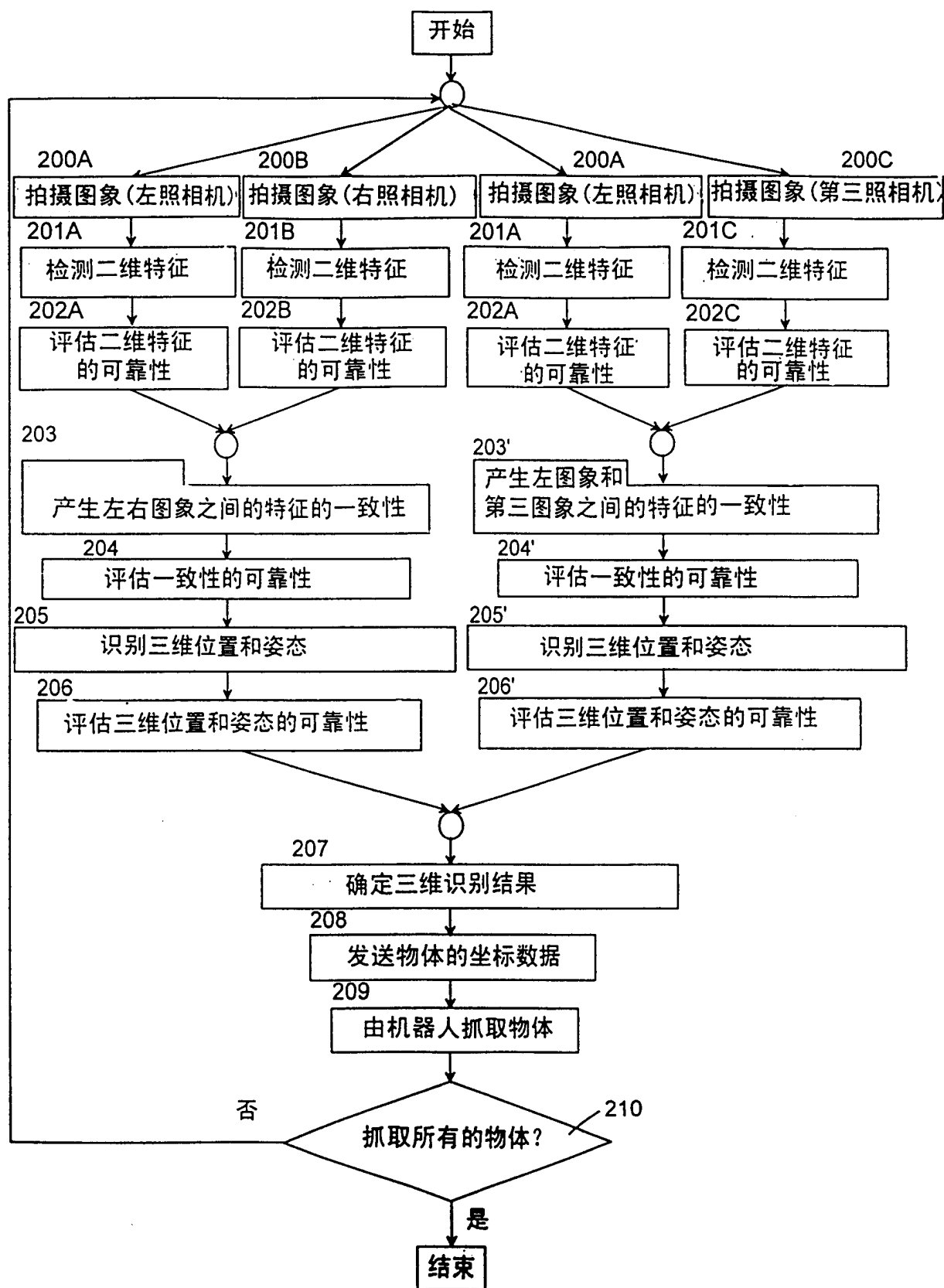


图 15

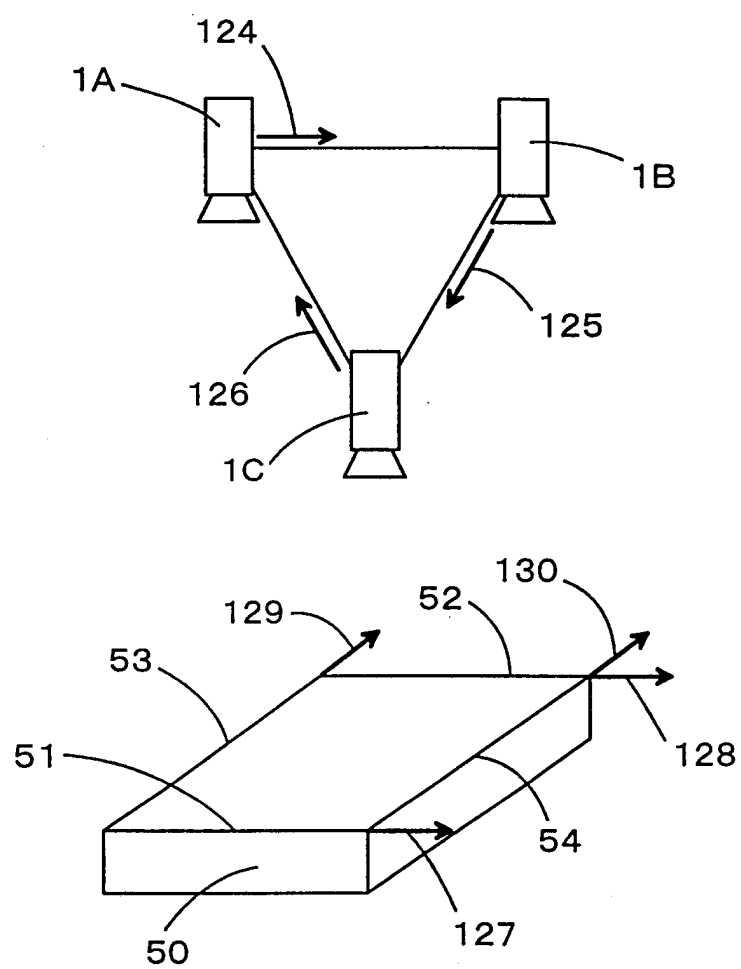


图 16

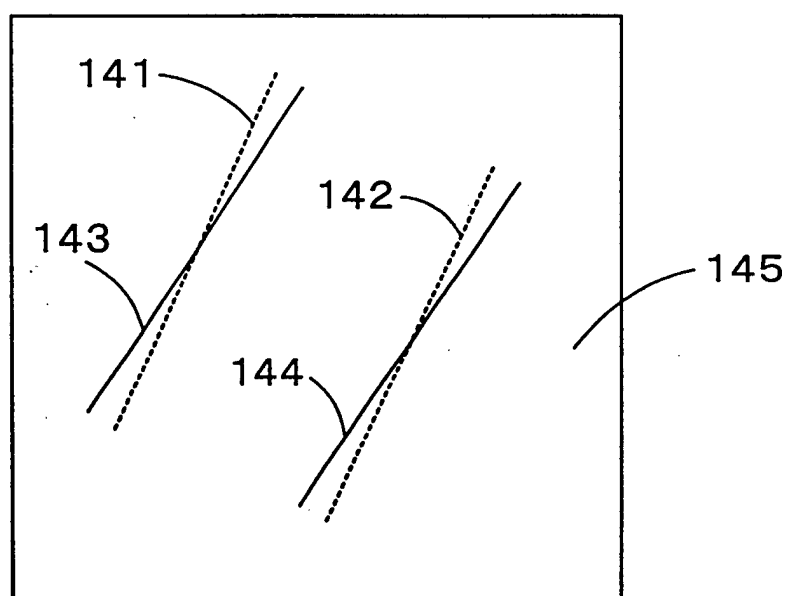


图 17

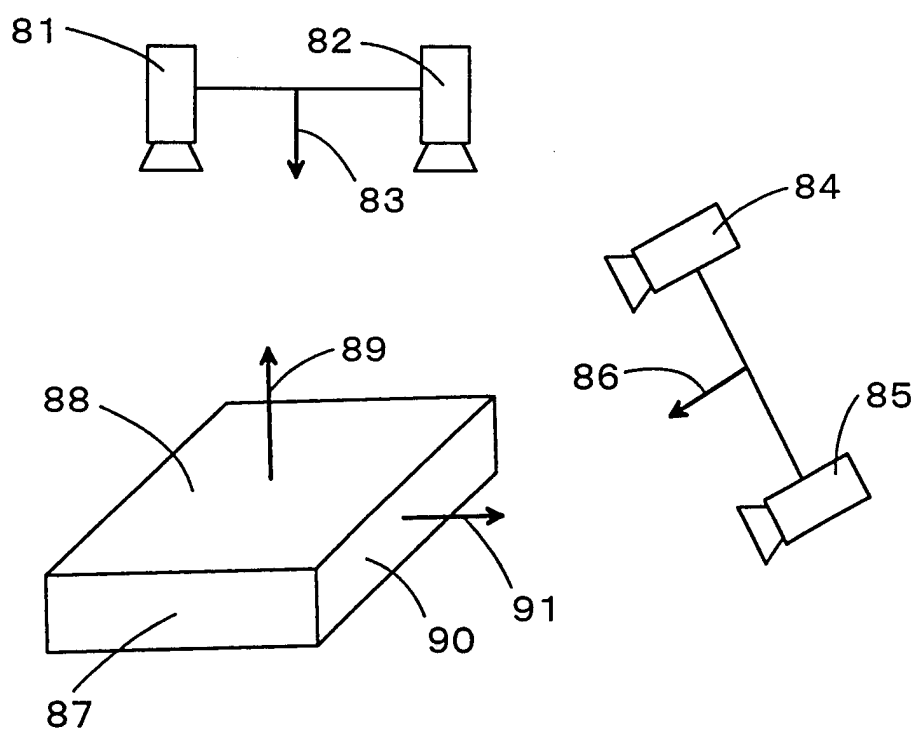


图 18