



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103990571 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201410219391. 6

(22) 申请日 2014. 05. 22

(71) 申请人 北京铭隆世纪科技有限公司
地址 101300 北京市顺义区李遂镇府前街遂
太路 2 号

(72) 发明人 高树公

(74) 专利代理机构 北京德恒律治知识产权代理
有限公司 11409
代理人 章社杲 孙征

(51) Int. Cl.
B05B 13/04 (2006. 01)
B05B 12/00 (2006. 01)

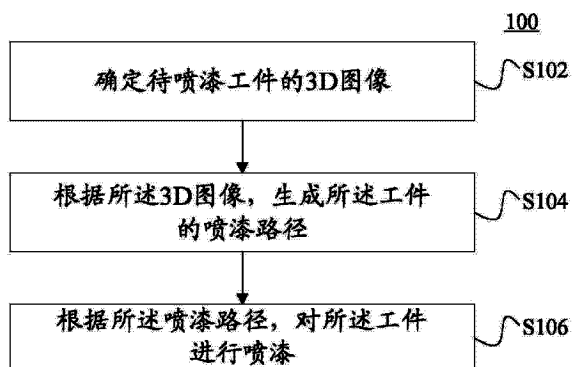
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

自动喷漆的实现方法及装置

(57) 摘要

本发明提供了一种自动喷漆的实现方法,包括:确定待喷漆工件的 3D 图像;根据所述 3D 图像,生成所述工件的喷漆路径;以及根据所述喷漆路径,对所述工件进行喷漆。通过利用根据 3D 图像所生成的喷漆路径,对不规则工件实现自动喷漆,提高了生产效率,并且在喷漆过程中无需人为干预,所以整个喷漆过程可以在完全封闭的空间内进行,因此解放了劳动力,改善了工作环境。



1. 一种自动喷漆的实现方法,其特征在于,包括:
确定待喷漆工件的 3D 图像;
根据所述 3D 图像,生成所述工件的喷漆路径;以及
根据所述喷漆路径,对所述工件进行喷漆。
2. 根据权利要求 1 所述的实现方法,其特征在于,确定待喷漆工件的 3D 图像包括:
根据所述工件的多个图像,重构所述工件的 3D 图像,
其中,所述多个图像包括所述工件不同位置的图像。
3. 根据权利要求 2 所述的实现方法,其特征在于,确定待喷漆工件的 3D 图像还包括:
预先采集所述工件的所述多个图像。
4. 根据权利要求 1 所述的实现方法,其特征在于,所述 3D 图像的一个或多个面包括图像外框和一个或多个非平面区域;
并且,根据所述 3D 图像,生成所述工件的喷漆路径包括:
根据所述图像外框和所述一个或多个非平面区域,生成所述工件的喷漆路径。
5. 根据权利要求 4 所述的实现方法,其特征在于,根据所述图像外框和所述多个非平面区域,生成所述工件的喷漆路径包括:
为所述图像外框和所述非平面区域确定参照位置,其中,所述参照位置作为确定所述图像外框与所述非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距的参照物;
根据所述参照位置,确定所述图像外框与所述非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距;
根据所述图像外框与所述非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距,确定所述图像外框和所述非平面区域之间的平面区域;以及
根据所述平面区域和所述非平面区域,生成所述工件的喷漆路径。
6. 根据权利要求 5 所述的实现方法,其特征在于,所述图像外框与所述非平面区域之间的间距、和 / 或相邻非平面区域之间的间距为常数或通过函数表达式进行表示,其中,在所述函数表达式中,变量为所述图像外框的尺寸。
7. 根据权利要求 4 所述的实现方法,其特征在于,进一步包括:
对所述图像外框和所述非平面区域之间的平面区域和 / 或所述非平面区域进行分析,确定所述平面区域和 / 或所述非平面区域的凹凸度;以及
根据所述凹凸度确定所述平面区域和 / 或所述非平面区域的喷漆量。
8. 一种自动喷漆的实现装置,其特征在于,
图像处理模块,用于确定待喷漆工件的 3D 图像;
路径生成模块,用于根据所述 3D 图像,生成所述工件的喷漆路径;以及
喷漆装置,用于根据所述喷漆路径,对所述工件进行喷漆。
9. 根据权利要求 8 所述的实现装置,其特征在于,在确定待喷漆工件的 3D 图像时,所述图像处理模块用于根据所述工件的多个图像,重构所述工件的 3D 图像,其中,所述多个图像包括所述工件不同位置的图像。
10. 根据权利要求 9 所述的实现方法,其特征在于,还包括:
图像采集模块,用于预先采集所述工件的所述多个图像。

自动喷漆的实现方法及装置

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及数控加工领域,具体来说,涉及一种自动喷漆的实现方法及装置。

背景技术

[0002] 喷漆工艺是在加工工件过程中必须做的工艺环节,目前,对平面工件来说,由于平面工件具有规则的形状与结构,因此,在实际应用时,可实现机械化喷漆,而对于立体工件来说,由于立体工件结构和形状比较复杂,机器无法预知其结构和形状,且机器只能按照预定的路径来进行加工,从而无法实现通过机械化喷漆完全取代人工喷漆。具体地,当前,对立体工件进行喷漆的过程中,通常利用操作者的眼睛的判断能力和手的触觉与机器进行信息交互,从而按照物体的形状动态调整路径和压力,直到目视满足喷漆需求。这种喷漆方法能够在一定程度上完成喷漆任务。

[0003] 然而,由于机器无法象操作者一样通过眼睛和经验做出智能判断(包括表面和手的触感),进而无法按照物体的形状动态调整路径和压力。因此,对于立体工件来说,机器无法替代人的智能识别功能,从而无法实现高效的机械化喷漆。此外,在喷漆过程中,漆膜表面及漆雾中的有机溶剂-苯、甲苯、二甲苯(简称三苯)直接挥发至空气中,同时,微小的漆雾雾滴在溶剂挥发后形成粉尘,也散逸在空气中,这些物质都会污染工作环境,从而损害操作者健康。

[0004] 针对相关技术中的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0005] 针对以上现有技术中对于立体工件无法实现高效的机械化喷漆并且喷漆污染环境的问题,本发明提供了能够解决上述问题的一种自动喷漆的实现方法和装置。

[0006] 本发明提供了一种自动喷漆的实现方法,包括:确定待喷漆工件的 3D 图像;根据 3D 图像,生成工件的喷漆路径;以及根据喷漆路径,对工件进行喷漆。

[0007] 其中,在确定待喷漆工件的 3D 图像时,可根据工件的多个图像,重构工件的 3D 图像,其中,多个图像包括工件不同位置的图像。

[0008] 其中,在确定待喷漆工件的 3D 图像时,可预先采集工件的多个图像。

[0009] 其中,3D 图像的一个或多个面包括图像外框和一个或多个非平面区域;并且,在根据 3D 图像,生成工件的喷漆路径时,可根据图像外框和一个或多个非平面区域,生成工件的喷漆路径。

[0010] 其中,在根据图像外框和多个非平面区域,生成工件的喷漆路径时,为图像外框和非平面区域确定参照位置,其中,参照位置作为确定图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距的参照物;根据参照位置,确定图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距;根据图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距,来确定图像外框和非平面区域之间的平面区域;

以及根据平面区域和非平面区域生成工件的喷漆路径。

[0011] 其中,图像外框与非平面区域之间的间距、和 / 或相邻非平面区域之间的间距为常数或通过函数表达式进行表示,其中,在函数表达式中,变量为图像外框的尺寸。

[0012] 其中,在进行喷漆时,可对图像外框和非平面区域之间的平面区域和 / 或非平面区域进行分析,确定平面区域和 / 或非平面区域的凹凸度;以及根据凹凸度确定平面区域和 / 或非平面区域的喷漆量。

[0013] 根据本发明的另一方面,提供了一种自动喷漆的实现装置,图像处理模块,用于确定待喷漆工件的 3D 图像;路径生成模块,用于根据 3D 图像,生成工件的喷漆路径;以及喷漆装置,用于根据喷漆路径,对工件进行喷漆。

[0014] 其中,在确定待喷漆工件的 3D 图像时,所述图像处理模块用于根据所述工件的多个图像,重构所述工件的 3D 图像,其中,所述多个图像包括所述工件不同位置的图像。

[0015] 其中,自动喷漆的实现装置还包括:图像采集模块,可用于预先采集所述工件的所述多个图像。

[0016] 其中,3D 图像的一个或多个面包括图像外框和一个或多个非平面区域;并且,在根据 3D 图像,生成工件的喷漆路径时,路径生成模块可根据图像外框和一个或多个非平面区域,生成工件的喷漆路径。

[0017] 图像处理模块进一步包括参照物确定模块、间距确定模块和区域确定模块,其中,参照物确定模块,用于为图像外框和非平面区域确定参照位置,其中,参照位置作为确定图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距的参照物;间距确定模块,用于根据参照位置,确定图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距;区域确定模块,用于根据图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距,来确定图像外框和非平面区域之间的平面区域;以及路径生成模块,用于根据平面区域和非平面区域生成工件的喷漆路径。

[0018] 其中,图像外框与非平面区域之间的间距、和 / 或相邻非平面区域之间的间距为常数或通过函数表达式进行表示,其中,在函数表达式中,变量为图像外框的尺寸。

[0019] 路径生成模块进一步包括凹凸度确定模块和喷漆量确定模块,其中,凹凸度确定模块,用于在进行喷漆时,对图像外框和非平面区域之间的平面区域和 / 或非平面区域进行分析,确定平面区域和 / 或非平面区域的凹凸度;以及喷漆量确定模块,用于根据凹凸度确定平面区域和 / 或非平面区域的喷漆量。

[0020] 本发明通过利用根据 3D 图像所生成的喷漆路径,对不规则工件实现自动喷漆,提高了生产效率,并且在喷漆过程中无需人为干预,所以整个喷漆过程可以在完全封闭的空间内进行,因此解放了劳动力,改善了工作环境。

附图说明

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图 1 是根据本发明的示例性实施例的自动喷漆的实现方法的流程图;

- [0023] 图 2 是根据本发明的示例性实施例的生成喷漆路径的步骤的具体流程图；
- [0024] 图 3 是根据本发明的示例性实施例的自动喷漆的实现装置的框图；
- [0025] 图 4A 是根据本发明的示例性实施例的自动喷漆的实现装置的前视图；
- [0026] 图 4B 是根据本发明的示例性实施例的自动喷漆的实现装置的右视图；以及
- [0027] 图 5 是根据本发明的示例性实施例的具有两个非平面区域的待喷漆面的示意图。

具体实施方式

[0028] 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、完整地描述,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所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 图 1 是根据本发明的示例性实施例的自动喷漆的实现方法的流程图。

[0030] 如图 1 所示,自动喷漆的实现方法 100,包括:

[0031] 在步骤 102 中,确定待喷漆工件的 3D 图像;

[0032] 在步骤 104 中,根据 3D 图像,生成工件的喷漆路径;以及

[0033] 在步骤 106 中,根据喷漆路径,对工件进行喷漆。

[0034] 通过利用根据 3D 图像所生成的喷漆路径,对不规则工件实现自动喷漆,提高了生产效率,并且在喷漆过程中无需人为干预,所以整个喷漆过程可以在完全封闭的空间(例如,喷漆室)内进行,因此解放了劳动力,改善了工作环境,保护操作员的健康。

[0035] 以下将参照图 1、图 2 以及图 4A 和图 4B 对自动喷漆的实现方法进行详细描述。

[0036] 其中,确定待喷漆工件的 3D 图像包括:根据工件的多个图像,重构工件的 3D 图像,其中,多个图像包括工件不同位置的图像。

[0037] 其中,确定待喷漆工件的 3D 图像还包括:预先采集工件的多幅图像。具体地,通过设置在不同位置处的多个摄像头拍摄待喷漆工件的多幅图像。如图 4A 和图 4B 所示,摄像头设置在封闭的空间(例如,喷漆房 400)的顶面的角部处。在另一个实施例中,摄像头设置在封闭的空间四条边上的各个位置处。在其他实施例中,摄像头设置在封闭的空间中任何不同的位置处,以能够拍摄待喷漆工件的不同图像。此外,摄像头的数量为偶数个,诸如 2 个、4 个、6 个、或者更多个。通常,摄像头的数量越多,拍摄的图像就越多,则重构的 3D 图像就越精确。

[0038] 此外,还在封闭的空间内设置一台投影仪,以将网格投影到工件的表面上,从而能够提高获得 3D 图像的精度。

[0039] 其中,以下将参照图 2 对根据 3D 图像,生成工件的喷漆路径进行详细描述。

[0040] 首先,待喷漆工件包括平面工件和立体工件。该自动喷漆的实现方法可以应用于平面工件。立体工件包括规则工件和不规则工件,其中,规则工件是待喷漆面均为平面的立体工件,而不规则工件是待喷漆面中具有一个或多个非平面,即,具有一处或多处局部的凸起和/或凹进的一个或多个面的立体工件。对于规则工件,通过摄像头拍摄每个面,然后对每个面进行编号,并且根据编号生成加工路径。例如,立方体工件为规则工件,将立方体工件的正面编号为 S1、将左面编号为 S2、将背面编号为 S3、将顶面编号为 S4、将左面编号为 S5、以及将底面编号为 S6,因此,该立方体工件的喷漆路径为:S1-S2-S3-S4-S5-S6。可选

地,该立方体工件可以具有与以上所述的加工路径不同的其他加工路径。

[0041] 其中,对于不规则工件,在生成加工路径的过程中,当待喷漆面为平面时,生成喷漆路径的步骤与立方体工件相同,这里,不再赘述。当待喷漆面为非平面,即,具有局部的凸起和 / 或凹进时,对该非平面进行分割,即,将该非平面划分为平面区域和一个或多个非平面区域,其中,平面区域是非平面内的平坦区域,而非平面区域是非平面内具有凸起和 / 或凹进的区域。对平面区域和一个或多个非平面区域进行局部编号,从而根据编号生成该非平面的喷漆路径。此外,当凸度或凹度较大时,为了提高喷漆均匀性,对该非平面区域进一步进行细分,并且将该非平面区域中的平坦的部分作为平面区域(又称平面子区域),而将该非平面区域中的剩余部分作为非平面区域(又称非平面子区域)。因此,可以通过对该非平面区域进一步进行细分提高喷漆均匀性,直到非平面区域(即,非平面子区域)为平面或者满足客户要求的凹凸度,即,进行多次喷涂,已达到补漆的效果为止。例如,雕花门和带成型刀线条的门,一般要补漆至少一次到二次才能达到效果。对自动喷漆的实现方法参照图 2 通过以下步骤来生成喷漆路径。

[0042] 图 2 是根据本发明的示例性实施例的生成喷漆路径的步骤的具体流程图。3D 图像的一个或多个面包括图像外框和一个或多个非平面区域。其中,将非平面中具有凸起和 / 或凹进的区域称为非平面区域。因此,当待喷漆面为非平面时,根据 3D 图像,生成工件的喷漆路径包括:根据图像外框和一个或多个非平面区域,生成工件的喷漆路径。

[0043] 具体地,根据图像外框和一个或多个非平面区域,生成工件的喷漆路径的步骤 200 进一步包括以下步骤:

[0044] 在步骤 202 中,为图像外框和非平面区域确定参照位置,其中,参照位置作为确定图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距的参照物;

[0045] 在步骤 204 中,根据参照位置,确定图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距;

[0046] 在步骤 206 中,根据图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距,来确定图像外框和非平面区域之间的平面区域;以及

[0047] 在步骤 208 中,根据平面区域和非平面区域生成工件的喷漆路径。

[0048] 此外,图像外框与非平面区域之间的间距、和 / 或相邻非平面区域之间的间距为常数或通过函数表达式进行表示,其中,在函数表达式中,变量为图像外框的尺寸。

[0049] 另外,生成工件的喷漆路径的步骤 200 还包括:对图像外框和非平面区域之间的平面区域和 / 或非平面区域进行分析,确定平面区域和 / 或非平面区域的凹凸度;以及

[0050] 根据凹凸度确定平面区域和 / 或非平面区域的喷漆量。具体地,随着非平面区域凸度增大,适当减少喷漆量,相反,随着非平面区域的凹度增大,适当地增大喷漆量。

[0051] 具体地,在本发明中,每个图形(包括图像外框和非平面区域)都可以用一个矩形包围框(即根据图像靠近最外侧的端点构成的几何形框)来完全确定其位置,一旦矩形包围框位置确定,图形的位置即可确定。而布局策略也主要是针对这个矩形包围框来设定的,矩形包围框基本的参考位置有左边界、X 方向的中心线、右边界、上边界、Y 方向的中心线、下边界。而针对于非封闭的曲线,可以将曲线的起点和终点作为参考位置。在本发明中,在确定非平面区域的位置时,可以为每个边界(或中心线)指定与相邻的其他非平面区域的矩形包围框边界(或中心线)的距离、或者是跟图像外框的距离。这里所说的距离可以是

固定数值（例如，50mm、100mm 等具体数），也可以用计算表达式来表示（例如， $DL/2$ ，表示该距离是图形外框长度的一半），如果表达式为空，则采用固定数值，如果表达式非空，则必采用表达式的计算结果作为对齐的距离。确定喷漆路径的核心为确定待喷漆面上的非平面区域的位置、凹凸度和喷漆量（即，改变喷漆头流量，又称为补漆次数），换句话说，确定喷漆路径的核心为根据待喷漆面上的非平面区域的位置、凹凸度来确定非平面区域的表面面积，进而根据该表面面积确定补漆的次数。

[0052] 图 5 是根据本发明的示例性实施例的具有两个非平面区域的待喷漆面的示意图。下面，将参照图 5，对于其中具有两个非平面区域的非平面来对生成加工路径的步骤进行详细描述。待喷漆面 500 具有两个非平面区域 502 和 504。

[0053] 其中，待喷漆面 500 的矩形包围框基本的参考位置有左边界、X 方向的中心线、右边界、上边界、Y 方向的中心线、下边界。首先，对该待喷漆面进行编号，即图像外框与非平面区域之间的平面区域的编号为 S1，非平面区域 502 为 S2，而非平面区域 504 为 S3。具体地，可以根据图像外框与非平面区域之间的平面区域生成 S1 的喷漆路径，根据非平面区域 502 和 504 分别生成喷漆路径 S2 和 S3。也就是说，该待喷漆面的喷漆路径为 S1-S2-S3。如果非平面区域 502 的凹凸度较大时，可以对其进行进一步细分，其中非平面区域的外框作为图像外框，其中的平坦部分作为平面区域，而其中的局部凸起和 / 或凹进的区域为非平面区域。从而对该非平面区域 502 进一步生成喷漆路径。可以对非平面区域进行多次划分，直到满足精度要求为止。

[0054] 此外，还可以对图像外框和非平面区域之间的区域和 / 或非平面区域进行分析，确定区域和 / 或非平面区域的凹凸度。然后，根据根据凹凸度确定区域和 / 或非平面区域的喷漆量。另外，当非平面区域的凸度大时，适当减少喷漆量，而当非平面区域的凹度大时，可以适当增加喷漆量。

[0055] 图 3 是根据本发明的示例性实施例的自动喷漆的实现装置的框图。

[0056] 如图 3 所示，自动喷漆的实现装置 300 包括：

[0057] 图像处理模块 302，用于确定待喷漆工件的 3D 图像；

[0058] 路径生成模块 304，用于根据 3D 图像，生成工件的喷漆路径；以及

[0059] 喷漆装置 306，用于根据喷漆路径，对工件进行喷漆。

[0060] 其中，在确定待喷漆工件的 3D 图像时，所述图像处理模块 302 用于根据所述工件的多个图像，重构所述工件的 3D 图像，其中，所述多个图像包括所述工件不同位置的图像。

[0061] 其中，自动喷漆的实现装置还包括：图像采集模块，可用于预先采集所述工件的所述多个图像。

[0062] 其中，3D 图像的一个或多个面包括图像外框和一个或多个非平面区域；并且，在根据 3D 图像，生成工件的喷漆路径时，路径生成模块可根据图像外框和一个或多个非平面区域，生成工件的喷漆路径。

[0063] 图像处理模块 302 进一步包括参照物确定模块、间距确定模块和区域确定模块，其中，参照物确定模块，用于为图像外框和非平面区域确定参照位置，其中，参照位置作为确定图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距的参照物；间距确定模块，用于根据参照位置，确定图像外框与非平面区域之间的间距、以及确定相邻非平面区域之间的间距；区域确定模块，用于根据图像外框与非平面区域之间的间距、以及

确定相邻非平面区域之间的间距,来确定图像外框和非平面区域之间的平面区域;以及路径生成模块 306,用于根据平面区域和非平面区域生成工件的喷漆路径。

[0064] 其中,图像外框与非平面区域之间的间距、和 / 或相邻非平面区域之间的间距为常数或通过函数表达式进行表示,其中,在函数表达式中,变量为图像外框的尺寸。

[0065] 路径生成模块 306 进一步包括凹凸度确定模块和喷漆量确定模块,其中,凹凸度确定模块,用于在进行喷漆时,对图像外框和非平面区域之间的平面区域和 / 或非平面区域进行分析,确定平面区域和 / 或非平面区域的凹凸度;以及喷漆量确定模块,用于根据凹凸度确定平面区域和 / 或非平面区域的喷漆量。

[0066] 本发明通过利用根据 3D 图像所生成的喷漆路径,对不规则工件实现自动喷漆,提高了生产效率,并且在喷漆过程中无需人为干预,所以整个喷漆过程可以在完全封闭的空间内进行,解放了劳动力,改善了工作环境,保护操作员的健康。并且根据对不规则工件的待喷漆面的细分,对于具有凹和 / 或凸区域的待喷漆面,生成多条子喷漆路径,实现对不规则工件的自动喷漆的同时,还能够提高整个不规则工件喷漆均匀性。

[0067] 在一个实例中,如图 4A 和图 4B 所示,本发明装置通过在一个 XYZ+AC 轴 CNC(Computer numerical control) 机器系统上,该 CNC 机器系统包括:喷漆房 400、机头 402、喷漆头 404、以及横梁 406,其中,在喷漆房 400 的顶角处安装具有 3D 识别功能的双或者四个摄像头 410,从而能实时获得工件 408 的 3d 形状,然后用 CAD 和 CAM 路径技术和传感器技术,智能生成喷漆路径,从而实现智能喷漆。具体地,1、利用双摄像头进行视觉识别,采集图像进入控制器。2、处理器进行 3D 还原,得到工件的 3D 图(六面体);3、生成喷漆路径;4、控制 CNC 机器工作,利用六轴控制实现工件的自动翻转,五轴喷漆。5、喷漆结束后,视觉再次进行识别,对不能满足要求的部位再次补漆。可选地,代替五轴 CNC 机器系统,可以利用六轴 CNC 机器系统或七轴 CNC 机器系统。

[0068] 利用本发明的实施例的自动喷漆的实现方法和装置,简单,可靠,成本低;不需要 CAD 制图和 3D 画图,满足个性化喷漆需求;可以代替人工,实现自动上下料控制;可以实现非固定形状的智能喷漆等,可以实现喷漆的自动化,可以大幅度提高效率,不用人工喷漆,从而可以实现绿色、环保、保护人体健康和降低成本,提高劳动效率。

[0069] 上面论述了若干实施例的部件,使得本领域普通技术人员可以更好地理解本发明的各个方面。本领域普通技术人员应该理解,可以很容易地使用本发明作为基础来设计或更改其他用于达到与这里所介绍实施例相同的目的和 / 或实现相同优点的处理和结构。本领域普通技术人员也应该意识到,这种等效构造并不背离本发明的精神和范围,并且在不背离本发明的精神和范围的情况下,可以进行多种变化、替换以及改变。

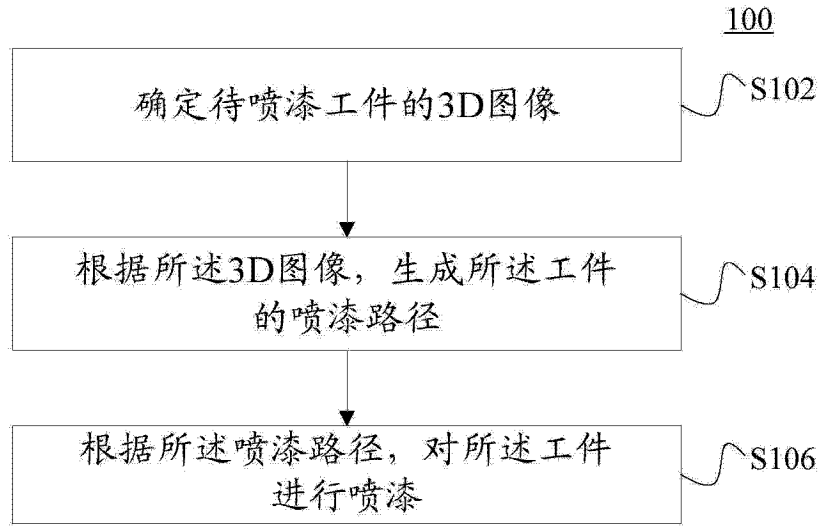


图 1

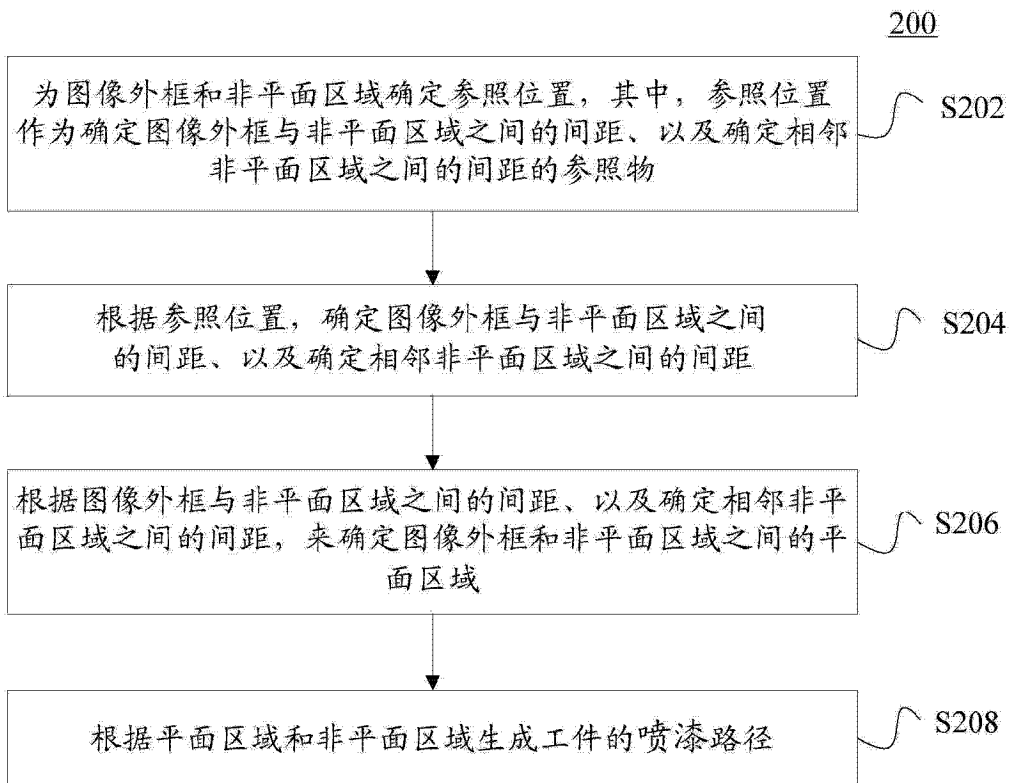


图 2

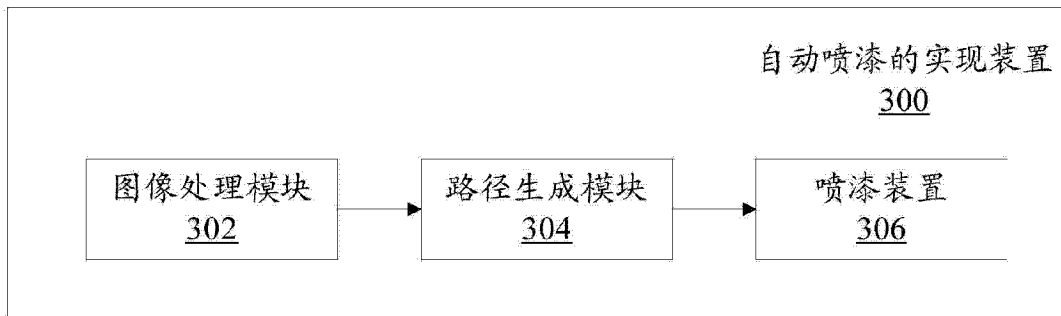


图 3

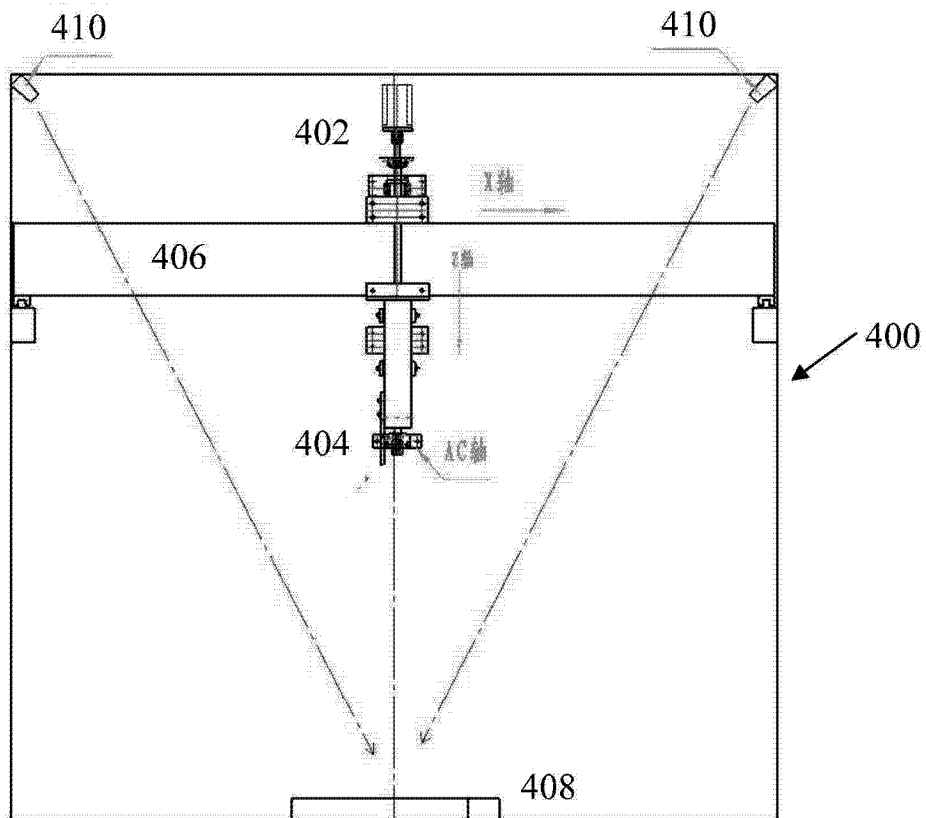


图 4A

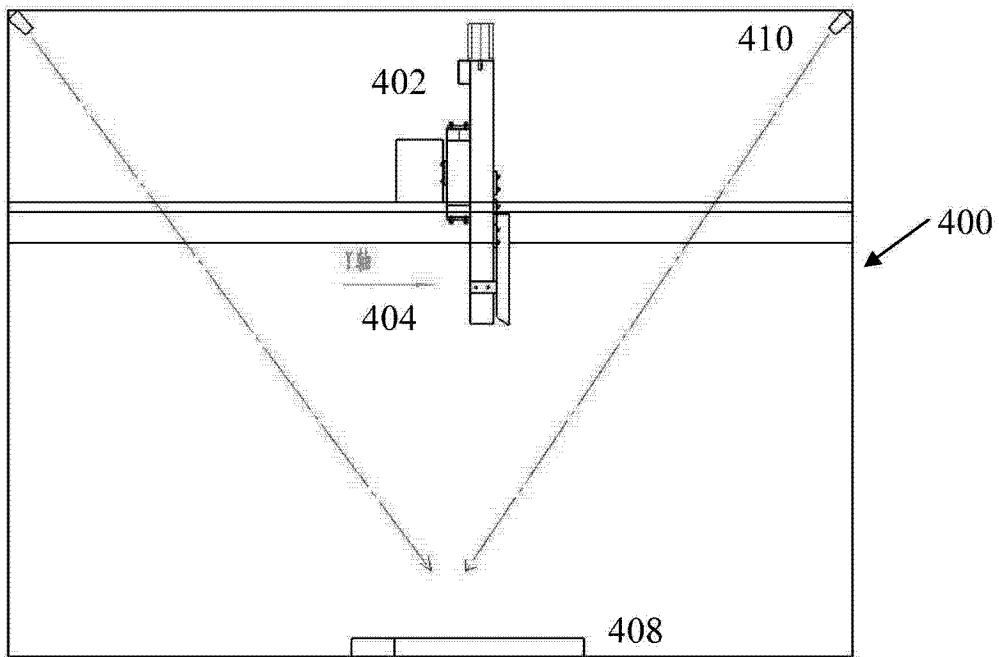


图 4B

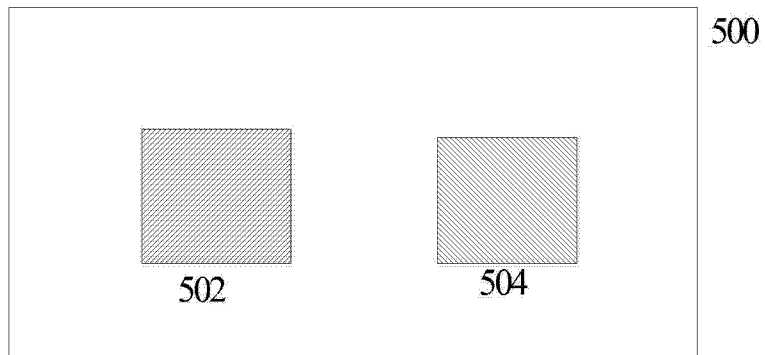


图 5