



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103328907 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201180065102. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 12. 02

F24J 2/38(2014. 01)

(30) 优先权数据

61/419, 685 2010. 12. 03 US

13/118, 274 2011. 05. 27 US

13/182, 297 2011. 07. 13 US

(56) 对比文件

US 2010139644 A1, 2010. 06. 10,

US 2010206294 A1, 2010. 08. 19,

审查员 倪建民

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 07. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/063144 2011. 12. 02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/075437 EN 2012. 06. 07

(73) 专利权人 克博蒂克斯公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 D·福库巴 J·戈布尔

S·特鲁吉罗 T·柯里尔

W·博克哈里

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华 黄海鸣

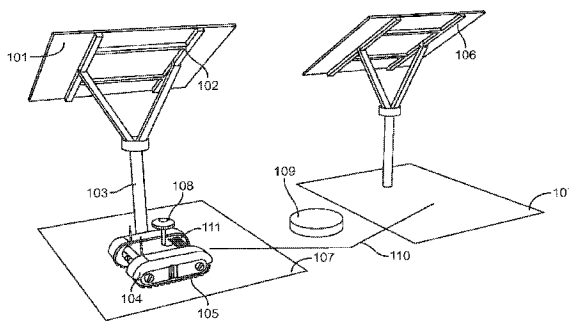
权利要求书3页 说明书10页 附图14页

(54) 发明名称

机器人定日镜校准系统和方法

(57) 摘要

一种用于两个或更多个太阳能表面的自主校准和检查的机器人控制器,其中,该机器人控制器包括驱动系统,该驱动系统将其自身定位到太阳能表面附近从而可以利用板载传感器收集关于该太阳能表面的信息。板载通信单元将信息中继到中央处理网络,该处理器将新信息与存储的历史数据组合以校准太阳能表面并且/或者以确定它的即时健康。



1. 一种用于校准多个太阳能表面的系统,包括:

所述多个太阳能表面的耦合到第一支撑结构的第一太阳能表面;

所述多个太阳能表面的耦合到第二支撑结构的第二太阳能表面;以及

第一机器人,包括:

驱动系统,用于将所述第一机器人定位在对应于所述第一太阳能表面的第一校准站和定位在对应于所述第二太阳能表面的第二校准站;

传感器,用于当所述第一机器人定位于所述第一校准站时识别关于所述第一太阳能表面的状态信息,并且用于当所述第一机器人定位于所述第二校准站时识别关于所述第二太阳能表面的状态信息;以及

校准系统,用于当所述第一机器人定位于所述第一校准站时校准所述第一太阳能表面,并且用于当所述第一机器人定位于所述第二校准站时校准所述第二太阳能表面。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述校准系统包括:

太阳能表面方向检测单元,用于确定所述第一太阳能表面的方向和所述第二太阳能表面的方向。

3. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述太阳能表面方向检测单元识别位于所述第一太阳能表面和所述第二太阳能表面的背面上的太阳能表面目标。

4. 如权利要求 3 所述的系统,其中,所述太阳能表面目标包括颜色目标、图案目标、所述第一太阳能表面的背面的物理特征和信号发射设备中的至少一个。

5. 如权利要求 2 所述的系统,其中,所述校准系统包括:

方向单元,用于当所述第一机器人位于所述第一校准站时确定所述第一机器人的第一方向信息并且当所述第一机器人位于所述第二校准站时确定所述第一机器人的第二方向信息,其中所述第一机器人的方向信息包括用于表示所述第一机器人倾角的值;以及

垂直性单元,用于使用所述第一机器人的第一方向信息确定所述第一支撑结构的方向和使用所述第一机器人的第二方向信息确定所述第二支撑结构的方向,其中所述状态信息包括所述第一支撑结构的所述方向和所述第二支撑结构的所述方向。

6. 如权利要求 5 所述的系统,其中,所述垂直性单元确定表示所述第一支撑结构的轴的方向与重力方向之间的差异的第一差异并确定表示所述第二支撑结构的轴的方向与所述重力方向之间的差异的第二差异。

7. 如权利要求 5 所述的系统,其中,所述校准系统包括:

第一太阳能表面定向设备,用于确定表示所述第一太阳能表面与太阳多紧密地对准的第一对准值,

第二太阳能表面定向设备,用于确定表示所述第二太阳能表面与太阳多紧密地对准的第二对准值;并且

其中,所述第一机器人包括对准单元,所述对准单元用于修改所述第一和第二太阳能表面的方向,以基于所述第一和第二太阳能表面定向设备的输出将所述第一太阳能表面和所述第二太阳能表面与太阳对准,并且其中,所述状态信息包括所述第一对准值和所述第二对准值。

8. 如权利要求 7 所述的系统,其中,所述第一机器人包括:

通信单元,所述通信单元被布置为接收所述第一对准值和所述第二对准值,并且向校

准计算设备传输所述第一对准值和所述第二对准值。

9. 如权利要求 7 所述的系统,还包括:

校准计算设备,所述校准计算设备用于基于所述第一对准值生成用于所述第一太阳能表面的第一校准指令,基于所述第二对准值生成用于所述第二太阳能表面的第二校准指令,并且向所述第一机器人传输所述第一校准指令和所述第二校准指令。

10. 如权利要求 9 所述的系统,其中,所述第一机器人包括所述校准计算设备。

11. 如权利要求 9 所述的系统,还包括:

第二机器人;并且

其中,所述校准计算设备向所述第一机器人传输所述第一校准指令;并且

其中,所述校准计算设备向所述第二机器人传输所述第二校准指令。

12. 如权利要求 9 所述的系统,其中,所述校准计算设备远离所述第一机器人放置。

13. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述校准系统包括:

用于确定所述第一机器人的位置的位置检测设备。

14. 如权利要求 13 所述的系统,其中,所述位置检测设备使用全球定位系统设备、三角测量系统、距离传感系统和照相机系统中的至少一个确定所述第一机器人的位置。

15. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述校准系统包括:

方向单元,用于当所述第一机器人定位于所述第一校准站时确定所述第一机器人的第一方向信息并且当所述第一机器人定位于所述第二校准站时确定所述第一机器人的第二方向信息,其中所述第一机器人的方向信息包括用于表示所述第一机器人的倾角的值;以及

垂直性单元,用于使用所述第一机器人的所述方向信息确定所述第一支撑结构的方向和所述第二支撑结构的方向,其中所述状态信息包括所述第一支撑结构的所述方向和所述第二支撑结构的所述方向。

16. 如权利要求 1 所述的系统,其中,所述校准系统包括:

第一太阳能表面定向设备,用于确定表示所述第一太阳能表面与太阳多紧密地对准的第一对准值,

第二太阳能表面定向设备,用于确定表示所述第二太阳能表面与太阳多紧密地对准的第二对准值;并且

其中,所述第一机器人包括对准单元,所述对准单元用于修改所述第一和第二太阳能表面的方向,以基于所述第一和第二太阳能表面定向设备的输出将所述第一太阳能表面和所述第二太阳能表面与太阳对准,并且其中,所述状态信息包括所述第一对准值和所述第二对准值。

17. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述第一机器人包括:

通信单元,所述通信单元被布置为接收所述第一对准值和所述第二对准值,并且向校准计算设备传输所述第一对准值和所述第二对准值。

18. 一种用于校准耦合到支撑结构的多个太阳能表面的机器人,所述机器人包括:

驱动系统,用于将所述机器人定位在多个校准站,每个校准站对应于所述多个太阳能表面的太阳能表面以用于校准;

传感器,用于当所述机器人定位于第一对应的校准站时识别关于第一太阳能表面的状

态信息,并且用于当所述机器人定位于第二对应的校准站时识别关于第二太阳能表面的状态信息;

方向检测单元,用于确定所述第一太阳能表面的方向和所述第二太阳能表面的方向;以及

校准单元,用于当所述机器人定位于所述第一对应的校准站时校准所述第一太阳能表面,并且用于当所述机器人定位于所述第二对应的校准站时校准所述第二太阳能表面。

19. 如权利要求 18 所述的机器人,其中所述方向检测单元包括:

第一部分,用于当机器人定位于对应于太阳能表面的校准站时确定所述机器人的方向;

第二部分,用于当所述机器人定位于校准站时确定对应于所述太阳能表面的支撑结构的方向;以及

其中基于所述机器人的方向和所述支撑结构的方向确定对应于所述校准站的所述太阳能表面的方向。

20. 一种用于校准多个太阳能表面的方法,所述多个太阳能表面包括所述多个太阳能表面的耦合到第一支撑结构的第一太阳能表面和所述多个太阳能表面的耦合到第二支撑结构的第二太阳能表面,所述方法包括以下步骤:

使用机器人的驱动系统将所述机器人定位在第一校准站;

当所述机器人定位于所述第一校准站时识别关于所述第一太阳能表面的第一状态信息;

使用机器人的驱动系统将所述机器人定位在第二校准站;当所述机器人定位于所述第二校准站时识别关于所述第二太阳能表面的第二状态信息;

向远程计算设备传输所述第一状态信息和所述第二状态信息;以及

基于所述状态信息响应于校准信息定位所述第一太阳能表面和所述第二太阳能表面。

机器人定日镜校准系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本发明要求 2010 年 12 月 3 日递交的美国临时专利申请号 61/419,685、2011 年 5 月 27 日递交的美国发明专利申请 13/118,274 和 2011 年 7 月 13 日递交的美国使用申请 13/182,297 的优先权,通过参考的方式将上述全部申请整体并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及太阳追踪和校准设备,并且尤其涉及用于需要持续的重定位以维持与太阳的对准的光伏、聚光光伏和聚光太阳热能系统的追踪系统。

背景技术

[0004] 在降低太阳能的价格的尝试中,已经关于降低以两个自由度精确地重定位并且校准表面的成本做出了许多开发。在聚光太阳热能系统中,定日镜阵列利用双轴重定位机构,通过定日镜的法向量平分当前太阳位置与目标之间的角,将日光重定向到中央塔。为了正确地将定日镜的光束与目标对准,必须定义 9 个参数。需要三个参数来定义定日镜相对于接收器目标的位置。需要一个参数来说明云台起始位置中的容限。需要一个参数来定义镜子安装偏移量,并且需要一个附加的参数来定义所定义的轴的不垂直性。需要最后三个参数来定义全局三轴参考系中的定日镜方向。

[0005] 用于定义这九个参数的一种方法是使用过约束的数学系统。用该方法来精确地对准定日镜需要相对大量的准确的样本,其中该样本包括关于定日镜的几何位置以及相对于已知角度的当前摆 / 倾角的信息。利用当前校准方法的主要问题在于,为了获得准确的并且多样的样本集,必须相对于准确地定位的太阳或光传感设备校准每个定日镜。对于大的定日镜(例如大于 20m^2),可以利用用于全天追踪太阳并且将已知的太阳角度与由定日镜的编码器系统所测量的角度比较的附属太阳传感器来实现这个。现场工作人员必须一个定日镜接一个定日镜地移动到该太阳追踪器,直到完成校准过程为止。对于较小的定日镜,该方法不是成本有效的,因为当每个定日镜所需要的劳动力的数量保持固定时,反射面积降低。微定日镜安装人员已尝试通过将太阳传感器放置到现场中的已知几何位置处并且将每个定日镜与这些传感器校准来解决该问题。该方法是有问题的,因为它需要校准塔 / 传感器的精确的安装,并且对定日镜安装灵活性造成局限,其中定日镜安装灵活性是影响完全加载系统成本的因素。

[0006] 类似地,光伏(PV)和聚光光伏(CPV)追踪器的校准需要太阳能表面在 3 轴全局参考系中的相对于起始摆动和倾斜位置的方向的信息。

发明内容

[0007] 一种用于两个或更多个太阳能表面的自治校准和检查的机器人控制器,其中,该机器人控制器包括驱动系统,该驱动系统将其自身定位到太阳能表面附近从而可以利用板载传感器收集关于该太阳能表面的信息。板载通信单元将信息中继到中央处理网络,该处

- 理器将新信息与存储的历史数据组合以校准太阳能表面并且 / 或者以确定它的即时健康。
- [0008] 本文说明并且描述了本发明的特定的实施方式和应用,应当理解本发明不限于本文所公开的精确构造和组件,并且在不脱离权利要求中所述的本发明的精神和范围的前提下,可以对本发明的方法和装置的配置、操作和细节作出各种修改、改变和变化。
- [0009] 在一个实施方式中,移动机器人控制器可以通过板载全球定位系统或三角测量系统的使用,发现它在全球或相对参考系中的位置。
- [0010] 在第二实施方式中,该移动机器人控制器可以通过外部全站仪、距离传感系统、自然光照相机系统或结构光照相机系统的使用,发现它在全球或相对参考系中的位置。
- [0011] 在第三实施方式中,该移动机器人控制器可以使用它在全球或相对参考系中的已知位置,通过板载距离传感系统、自然光照相机系统或结构光照相机系统的使用,确定太阳能表面在全球或相对参考系中的几何原点。
- [0012] 在第四实施方式中,该移动机器人控制器通过板载磁罗盘、回转罗盘、固态罗盘、加速计、倾斜计、磁力计、陀螺仪或太阳传感器的使用,发现它在全球 3 轴参考系中的已知的方向。
- [0013] 在第五实施方式中,该移动机器人控制器可以使用它在全球 3 轴参考系中的已知方向,通过板载距离传感系统、自然光照相机系统或结构光照相机系统的使用,确定太阳能表面的 3 轴方向。
- [0014] 在第六实施方式中,该移动机器人控制器可以使用它在全球 3 轴参考系中的已知方向,通过板载距离传感系统、自然光照相机系统或结构光照相机系统的使用,确定并且特征化太阳能表面的基座轴的非垂直性。
- [0015] 在第七实施方式中,该移动机器人控制器可以使用板载光检测系统结合光管或光导系统来确定太阳能表面是否与太阳对准。
- [0016] 在第八实施方式中,该移动机器人控制器可以使用来自 PV 电池或 CPV 模块的即时功率输出信息,确定太阳能表面是否与太阳对准。
- [0017] 在第九实施方式中,该移动机器人控制器可以利用用于将光照射到太阳能表面上的板载可重定位光源来抖动由太阳能表面生成的功率。该抖动信号可用于确定太阳能表面的健康。
- [0018] 在第十实施方式中,该移动机器人控制器可以使用从多个太阳能表面收集的数据,生成太阳能表面的现场的地图。该虚拟地图可用于优化回溯算法。
- [0019] 在第十一实施方式中,该移动机器人控制器可以使用从太阳能表面收集的多个数据点,以特征化制造误差,以确定当前和历史系统反弹,以特征化现场安装容差并且以特征化地面沉降。
- [0020] 在第十三实施方式中,该移动机器人控制器可以与位于单独的太阳能表面或其他机器人控制器上的板载处理单元、中央处理单元或分布式处理单元通信所收集的关于太阳能表面的信息。
- [0021] 说明书中所述的特征和优点不是包括一切的,并且具体而言,由于附图和说明书,许多附加的特征和优点将对于本领域的普通技术人员显而易见。此外,应该注意到,主要出于可读性和介绍的目的而不是出于界定或限制本发明的主题而选择说明书中使用的语言。

附图说明

[0022] 图 1 示出了能够使用板载组件在太阳能表面的现场中确定它的位置的机器人控制器的一个实施方式。

[0023] 图 2 示出了能够使用板载组件结合校准的场内传感器在太阳能表面的现场中确定它的位置的机器人控制器的一个实施方式。

[0024] 图 3 示出了可被机器人控制器用于发现距定日镜或太阳能追踪器的几何原点的距离的一个方法。

[0025] 图 4 示出了可被机器人控制器用于确定单独的太阳能表面的位置的过程。

[0026] 图 5 示出了能够确定它在全球 3 轴参考系中的方向的机器人控制器的一个实施方式。

[0027] 图 6 示出了一种可被机器人控制器用于发现太阳能表面的相对 3 轴方向和它的垂直基座轴的方法。

[0028] 图 7 示出了可被机器人控制器用于确定太阳能表面在全球 3 轴参考系中的方向的过程。

[0029] 图 8 示出了可被机器人控制器用于特征化太阳能表面的支撑基座轴的非垂直性的过程。

[0030] 图 9 示出了可被机器人控制器用于确定太阳能表面是否当前朝向太阳定向的光导系统。

[0031] 图 10 示出了可被机器人控制器用于确定 PV 电池或 CPV 模块的即时输出的电流监测系统的一个实施方式。

[0032] 图 11 示出了可被机器人控制器用于抖动打向太阳能表面的光的量的光调制系统的一个实施方式。

[0033] 图 12 示出了可被机器人控制器用于优化现场级回溯算法的过程。

[0034] 图 13 示出了可被机器人控制器用于特征化现场安装容差、制造误差、反弹和基于时间的地面沉降的过程。

[0035] 图 14 示出了能够向板载处理单元、中央处理单元或分布式处理单元或者与其他机器人控制器通信原始或已处理数据的机器人控制器的一个实施方式。

具体实施方式

[0036] 现在参考附图描述本发明的优选实施方式,其中相同的附图标记指示相同的或功能类似的元素。并且在附图中每个附图标记的最左边的数字对应于首次使用该附图的图。

[0037] 说明书中对于“一个实施方式”或“实施方式”的引用意味着结合该实施方式所述的具体的特征、结构或特点被包括在本发明的至少一个实施方式中。短语“在一个实施方式中”或“实施方式”在说明书中的各种地方的出现没有必要全部涉及相同的实施方式。

[0038] 在关于计算机存储器中的数据比特的操作的算法和符号表示的方面给出下文的详细描述的一部分。这些算法描述和表示是数据处理领域的熟练技术人员用于最有效地向本领域的其他技术人员传达他们的工作的实质的手段。算法在这里并且通常被构思为导致希望的结果的步骤(指令)的首尾一致的序列。步骤是需要物理量的物理操作的那些步骤。这些物理量通常但非必须采取能够被存储、传递、组合、比较并且否则其他操作的电、磁

或光信号的形式。通常主要由于普通使用的原因,将这些信号称为比特、值、元素、符号、字符、项、数字等等是方便的。此外,通常在不失一般性的前提下将需要物理量的物理操作或变换或者物理量的表示的步骤的特定配置称为模块或代码设备是方便的。

[0039] 然而,全部这些以及类似的术语将要与合适的物理量相关联并且仅仅是应用于这些量的方便的标签。认识到贯穿本说明书,利用术语如“处理”或“算”或“计算”或“确定”或“显示”等等的讨论涉及用于操作并且变换计算机系统存储器或寄存器或其他该信息存储、传输或显示设备中被表示为物理(电子)量的数据的计算机系统或类似的电子计算设备(如专用计算机器)的动作和过程。

[0040] 本发明的特定方案包括本文以算法的形式描述的过程步骤和指令。应该注意到,本发明的过程步骤和指令可以实现在软件、固件或硬件中,并且当实现在软件中时可以被下载以位于被各种操作系统使用的不同的平台上并且从该平台被操作。本发明还可以在可在计算系统上被执行的计算机程序产品中。

[0041] 本发明还涉及用于执行本文的操作的装置。该装置可以是出于该目的而被专门构造的如专用计算机,或者其可以包括被选择性地激活的或者被存储在计算机中的计算机程序重配置的通用计算机。该计算机程序可以存储在计算机可读存储介质如但不限于任意类型的盘片包括软盘、光盘、CD-ROM、磁光盘、只读存储器(ROM)、随机访问存储器(RAM)、EPROM、EEPROM、磁或光卡、专用集成电路(ASIC)或适用于存储电子指令任意类型的介质中,其中它们中的每一个可以耦合到计算机系统总线。存储器可以包括可以存储信息/数据/程序的以上和/或其他设备中的任意一个。此外,说明书中涉及的计算机可以包括单个处理器或者可以是应用多个处理器设计的架构以便增加计算能力。

[0042] 本文给出的算法和显示器不是固有地涉及任意具体的计算机或其他装置。各种通用系统也可以用于与本文的教导一致的程序,或者可以证明该系统便于构造用于执行该方法步骤的更专业的装置。用于各种这些系统的结构将出现在下文的描述中。另外,不参考任意具体的编程语言来描述本发明。将要认识到,各种编程语言可用于实现如本文所述的本发明的教导,并且为了本发明的实现和最佳模式的公开,而提供下文对于具体语言的任意参考。

[0043] 另外,主要由于可读性和说明的目的而选择说明书中使用的语言,并且可能不是被选用于界定或者限制发明主题。因此,本发明的公开旨在说明而不是限制本发明的范围。

[0044] 现在参考附图,图1示出了能够使用板载组件确定它在太阳能表面现场中的位置的机器人控制器的一个实施方式。机器人控制器可以被重定位为靠近第一太阳能表面(101)和第二太阳能表面(106)。用于实现该运动的方法包括但不限于在非结构化的环境中物理地移动机器人控制器的外部系统或系统集合、在结构化的环境中物理地移动机器人控制器的外部系统或系统集合、使得机器人能够在非结构化的环境中自主地移动它自身的板载系统或系统集合、使得机器人能够在结构化的环境中自主地移动它自身的板载系统或系统集合、使得机器人能够在非结构化的环境中自主地移动它自身的板载系统和外部系统的组合以及使得机器人能够在结构化的环境中自主地移动它自身的板载系统和外部系统的组合。图1-14假设机器人控制器能够使用传感器和机电系统的板载集合在非结构化的环境中自主地移动它自身。现有公开特别是2010年7月15日递交的美国临时申请号61/364,729、2010年12月3日递交的美国临时申请号61/419,685、美国发明申请

13/118, 274 和美国发明申请 13/182, 297 更详细地描述了用于在结构化或非结构化环境中自主地重定位机器人控制器的方法。

[0045] 为了在非结构化环境中仅使用板载组件实现自主室外位置传感和导航, 机器人控制器可以装备飞行系统和飞行控制系统, 因而, 其不需要面对基于地面的障碍。基于地面的机器人控制器必须包括能够通过 a) 三维地形、b) 表面密度变化、c) 天气紧急情况 and d) 传感环境的稳定性进行导航的系统的集合。用于实现这些目的的一个方法是对于机器人控制器 :a) 用 3D 视觉系统绘制地形图, b) 计算该视觉现场中的地形的安全区域和不安全区域, c) 计算经过去往希望的目的地安全区域的最佳路径, d) 激活可以包括驱动马达、轮子和相关电子器件的驱动机构, e) 重复该循环直到到达目的地或者不存在到达目的地的已知路径为止。机器人控制器 (104) 可能识别的显著的阻碍是太阳能表面 (101)、它的支撑结构系统 (102) 和它的支撑基座 (103)。

[0046] 现在将描述机器人控制器的一个实施方式。其包括用于在第一太阳能表面 (101) 和第二太阳能表面 (106) 之间移动它自身的驱动机构 (105)。该驱动机构利用多个连接到电驱动马达的轮子在分隔太阳能表面校准站 (107) 的地形部分上推进机器人底盘, 其中站被定义为靠近第一太阳能表面和第二太阳能表面的大体区域。机器人控制器可以利用基于电池的电力单元向驱动马达或其他赋能电子功能提供电能。板载 3D 视觉系统 (108) 可以使用基于结构化光或自然光的照相机系统来识别唯一的太阳能表面或地面阻碍 (109)。板载微处理器系统可用于计算安全驱动区域、最佳驱动路径 (110) 并且可以向驱动系统的电动马达发送命令以执行最佳驱动路径。

[0047] 机器人控制器可以包括能够确定机器人控制器在全球坐标中的位置的板载定位系统 (111)。在操作期间, 板载定位系统可以持续地更新它在全球 (X, Y, Z) 坐标中的位置。可以通过能够与在全球参考系中校准的多个设备通信的 GPS 设备或三角测量系统的使用来运行该系统。在三角测量系统中, 三个三角测量接收器 / 发射器可以与机器人控制器载有的系统通信。在一个实施方式中, 移动三角测量系统测量信号之间的时间延迟, 以确定到每个三角测量发射器的原始距离。这些信号可以是光的、电磁的或可听的。如果已知这三个发射器的几何位置, 则三角测量设备将能够确定它在太阳能表面的现场中的相对或全球位置。机器人控制器还可以使用 3D 视觉系统 (108) 和 SLAM 算法来确定它在太阳能表面的现场中的相对位置。

[0048] 图 2 示出了能够使用板载组件结合作为最低限度结构化环境的校准的场内传感器在太阳能表面的现场中确定它的位置的机器人控制器的一个实施方式。在一个实施方式中, 机器人控制器可以包括与自治总站 (202) 相对应的板载目标 (201)。在该配置中, 总站位于已知位置 (203), 并且机器人 (104) 自动地遍及安装现场移动反光目标 (201)。总站能够测量到反光目标的距离并且向移动机器人控制器 (104) 通信该目标的相对位置。用于传感位置的其他系统和 / 或方法包括但不限于利用机器人控制器载有的能够确定它到多个校准塔或目标的距离的距离传感系统, 利用一个或多个基于自然光的照相机来确定到校准目标或塔的距离或者利用基于结构化光的位置传感技术。

[0049] 在机器人控制器的环境受到充分的局限的系统中, 该数据可用于辅助机器人确定它在太阳能表面的现场中的位置。例如如果机器人控制器沿硬线路结构行进, 则它可以使用多重位置读数来使用最小二乘法以将全部位置点拟合到近似的线上。

[0050] 图 3 示出了可被机器人控制器用于发现距定日镜或太阳能追踪器的几何原点的距离的一个系统。可以将太阳能表面的几何原点 (301) 定义为这样一种点, 其中该表面围绕该点枢转。包括结构化光发射器和传感器的结构化光照相机系统 (302) 可用于传感在 X、Y、Z 坐标中从机器人控制器到太阳能表面的几何原点 (301) 或者到太阳能表面的支撑结构 (102) 或基座 (103) 上的标记 (303) 的距离。该标记可以具有到该几何原点的预定义的偏移量。通过确定机器人控制器到该点的距离, 机器人控制器随后可以通过应用该预定义的几何偏移量来近似它到太阳能表面的原点的距离。

[0051] 可被机器人控制器用于实现类似的目标的其他系统包括但不限于: 利用基于自然光的照相机或照相机系统, 利用激光距离传感器, 利用物理探测系统或者通过利用能够检测由太阳能表面或由太阳能表面的支撑结构或支撑基座上的点发射的信号的系统。单独的太阳能表面上的标记 (303) 或标记组可以包括但不限于反光目标、颜色编码目标、太阳能表面或它的支撑结构的唯一的物理特征或用于发射磁信号、电磁信号或可听信号的信号发射设备。

[0052] 如果机器人控制器的环境受到更多局限, 则该信息可用于辅助机器人确定到太阳能表面的几何原点的距离。作为一个实例, 如果机器人控制器被局限于与太阳能表面的几何原点 (301) 具有已知的偏移量的几何线路, 则机器人控制器将仅需要计算它在一个维度中的偏移量, 因为可以假设其他两个维度。

[0053] 图 4 示出了可被机器人控制器用于确定两个或更多个单独受控的太阳能表面的在全球或相对坐标中的位置的过程。该过程与图 1-3 中概述的方法和过程组合。

[0054] 校准过程始于步骤 401, 其中步骤 401 生成环境的 3-D 地图。该地图使得机器人控制器能够计算地形 (402) 中的安全区域和不安全区域。该机器人控制器装备有站传感系统, 该站传感系统可以检测到单独的太阳能表面的距离, 并且该信息与所计算的安全区域组合可用于计算到下一个站或校准地带 (403) 的最佳路径。在一个实施方式中, 机器人控制器具有一个或多个能够检测单独的定日镜上的关键特征的板载照相机。其他实施方式包括但不限于: 每个定日镜发射这样一种信号, 其中由校准机器人上用于测量信号衰减的设备截获该信号; 用基于 SONAR 或 LiDAR 的系统装备该机器人以便描绘并且分析环境; 利用基于飞行时间的 3-D 扫描系统或者利用激光距离传感器系统与策略性地置于太阳能表面或它的支撑结构上的反光目标的结合。

[0055] 在步骤 404 中, 机器人控制器激活它的驱动机构以朝向站或校准地带移动。当在站之间移动时, 站传感机构可用于连续地更新到驱动机构 (405) 的最佳驱动路径, 直到到达目的地为止。在该实例中, 由处于校准太阳能表面范围中的机器人控制器定义目的地。过程步骤 401-405 对于利用轮子、履带、可移动腿、关节接头或链式驱动器的驱动机构来重定位机器人控制器是类似的。在可替换的实施方式中, 驱动系统可以使用基于轨道、缆绳或铁轨的机构在站之间重定位控制器。机器人控制器可以与外部驱动器或驱动器集合通信以执行该重定位。

[0056] 在步骤 406 中, 机器人控制器可以访问板载定位机构来发现它在 3D 空间中的绝对或相对位置。如图 1-2 中所概述的, 这可以利用用于在全球参考系中以高的准确性发现位置信息的实时运动学全球定位系统来实现。用于确定 3D 空间中的位置的其他方法包括但不限于: 标准全球定位系统, 来自用于发射声音或光的已知传感器的三角测量, 机器人上用

于测量到已知位置的传感器的、用于在各种距离上识别图形的基于照相机的系统或者与手动或者自动总站调查系统通信。

[0057] 在机器人控制器进入校准地带并且确定它的位置并且在全球参考系中之后(406),其使用距离传感机构和/或已知的几何来发现在X、Y、Z坐标中到太阳能表面的几何原点(407)的绝对距离。该机器人控制器可以将该原点偏移量应用于它的已知位置,以计算太阳能表面在全球参考系中的几何位置(408)。例如,如果机器人控制器确定它自己的全球位置为 $X = 4000$ 、 $Y = 4000$ 并且 $Z = 4000$ 并且识别定日镜的原点与校准机器人的参考点的距离为 $X = 1$ 、 $Y = 2$ 并且 $Z = 3$,则其将在全球参考系中的 $X = 4001$ 、 $Y = 4002$ 并且 $Z = 4003$ 处校准太阳能表面的几何原点。

[0058] 校准机器人然后可以向板载数据存储单元、中央通信系统或分布式通信系统通信关于单独的太阳能表面(409)的定位数据。在一个实施方式中,校准机器人包括无线发射器。用于传输数据的其他实施方式包括但不限于:到单独的太阳能表面的无线通信,到太阳能表面组或中央控制器的无线通信,到单独的太阳能表面的直接数据链路,用于多个太阳能表面或中央控制器的直接数据链路,经过校准机器人的电源的数据传递或者通过向存储介质或RFID芯片无线地写入校准数据。

[0059] 在完成校准过程(步骤401-409)之后,校准机器人确定是否存在更多的太阳能表面要校准(410)。如果需要校准更多的太阳能表面,则从步骤401重复该过程。如果已经校准了全部定日镜,则机器人控制器可以返回它的起始或停靠位置(411)。该停泊处可以包括充电站或数据链路以存储信息或向中央控制器通信校准数据。

[0060] 图5示出了能够确定它在全球3轴参考系(501)中的方向的机器人控制器(104)的一个实施方式。在该实施方式中,机器人利用板载加速计来确定相对于重力的方向并且利用磁罗盘来确定相对于地球磁极的方向。用于正确地将机器人与全球参考系校准的其他方法包括但不限于:板载回转罗盘、固态罗盘、GPS罗盘、倾斜计、磁力计、陀螺仪或太阳传感器。太阳传感器可用于确定机器人控制器相对于即时太阳能向量的方向。通过确定当前时间并且将该信息与近似GPS坐标组合,机器人控制器将能够将它相对于太阳的方向映射到3轴参考系(501)。

[0061] 图6示出了一种可被机器人控制器用于发现太阳能表面的相对3轴方向和它的垂直基座轴的方法。在该方法中,包括结构化光发射器和传感器的结构化光照相机系统(302)可用于传感太阳能表面(101)的相对方向和它的垂直基座轴(103)。该照相机系统可以是静态的或动态的,以增加有效观察现场。结构化光发射器可以将点(601)的图形投影到太阳能表面(101)、它的支撑结构(102)和它的支撑基座(103)。从能够检测该结构化光图形的传感器或照相机获得的信息能用于检测特征并且将这些特征与几何平面拟合。

[0062] 太阳能表面重定位系统还可以包括用于在该方向发现过程中辅助移动机器人控制器的特征。这些特征包括但不限于:位于预定义图形中的反光目标、颜色编码目标、太阳能表面或它的支撑结构的唯一的物理特征或用于发射磁信号、电磁信号或可听信号的信号发射设备。

[0063] 用于确定太阳能表面相对于机器人控制器的方向的其他方法包括但不限于:利用预定义的或发现的几何形,利用基于自然光的照相机,利用基于光或声的距离传感系统或利用用于与太阳能表面的物理元件交互或者检测由太阳能表面上的已知的位置上发射的

磁、电磁或可听信号的探测系统。该探测系统还可用于将倾斜计放置在太阳能表面的垂直基座轴上或附近以直接计算它的非垂直性。

[0064] 图 7 示出了可被机器人控制器用于确定太阳能表面在全球 3 轴参考系中的方向的过程。该过程始于图 4 中所概述的步骤 401-405。在步骤 701 中,机器人控制器可以访问板载方向发现机构以发现它在全球参考系中的方向。如图 5-6 中所概述的,这可以利用板载加速计和用于关于全球参考系定向校准机器人的罗盘来实现。

[0065] 机器人控制器的处理单元现在可以从用于确定太阳能表面的相对方向的板载传感器请求信息 (702)。然后将太阳能表面的相对方向投影到机器人的发现的全球方向上,将该信息映射到全球参考系上 (703)。该校准机器人然后可以向板载数据存储单元、中央通信系统或分布式通信系统通信关于单独的太阳能表面的方向数据 (704)。

[0066] 在完成校准过程之后,校准机器人确定是否存在更多的太阳能表面要校准 (410)。如果需要校准更多的太阳能表面,则从步骤 401 重复该过程。如果已经校准了全部定日镜,则机器人控制器可以返回它的起始或停靠位置 (411)。

[0067] 图 8 示出了可被机器人控制器使用以使用机器人控制器中的垂直性单元来特征化定日镜的基座轴的非垂直性的过程,该垂直性单元可以例如采取软件算法的形式。该过程始于图 4 中所详细描述的步骤 401-405 和图 7 中所概述的步骤 701。机器人控制器的处理单元现在可以从用于确定太阳能表面的基座轴的相对方向的板载传感器请求信息 (801)。然后将基座轴的相对方向投影到机器人的发现的全球方向上,将该信息映射到全球参考系上 (802)。作为校准过程中的最终步骤,机器人控制器将发现的全球方向的偏移量与已知的或近似的重力向量比较以计算太阳能表面的基座轴的非垂直性 (803)。

[0068] 该校准机器人然后可以向板载数据存储单元、中央通信系统或分布式通信系统通信太阳能表面的基座或基座轴的非垂直性 (804)。在完成校准过程之后,校准机器人确定是否存在更多的太阳能表面要校准 (410)。如果需要校准更多的太阳能表面,则从步骤 401 重复该过程。如果已经校准了全部定日镜,则机器人控制器可以返回它的起始或停靠位置 (411)。

[0069] 图 9 示出了可被机器人控制器用于确定太阳能表面是否当前朝向太阳定向的光导系统。该系统的一个实施方式要求该机器人控制器装备光传感设备 (901)。该设备能够传感包括窄带光学镜 (902)、光纤线缆 (903) 和可选择的光散射光学镜 (904) 的光导系统 (905) 的输出。窄带光学镜防止离轴直接日光进入光纤线缆,并且具有可以根据需要预定义或调整的太阳能敏感半角范围。光纤线缆的目的在于允许对来自窄带光学镜的数据(即光输出或其缺乏)的更好的访问,因为可以根据需要迂回线缆。光散射光学镜可以允许到该数据的甚至更好的访问并且排除对于机器人控制器的放置在光纤线缆的末端附近的光传感设备 (901) 的需求。

[0070] 该系统的目的在于确定太阳能表面是否当前朝向太阳。该信息可以用作与搜索算法相结合的闭环校准技术,其中该搜索算法同时地调整太阳能表面的位置同时监测机器人控制器的光传感设备 (901)。其还可用于通过利用近似全球位置和内部时钟计算当前太阳能向量,确定太阳能表面在全球参考系中的方向。

[0071] 图 10 示出了可被机器人控制器用于确定 PV 电池或 CPV 模块的即时输出的电流监测系统的一个实施方式。该系统的目的在于确定太阳能表面是否与太阳对准。如图 9 中所

概述的,当用于闭环校准技术中或者用于确定太阳能表面在全球参考系中的方向时,该信息是有用的。电流监测系统(1001)主要用于PV和CPV应用,因为它不需要任意新的系统部件,但是也可用于定日镜应用。该系统能够通过各种传感技术,确定光伏或聚光光伏系统在逆变器、串或单独的面板等级上的瞬时输出。这些技术包括但不限于:通过测量由电线(1002)或具有探测霍尔效应传感器(1003)的电线环路生成的磁场的间接电流传感,通过将电压和/或电流计物理地插入光伏系统的直接电流传感或者通过连接到能够向机器人控制器(104)通信瞬时电流输出信息的外部计量设备。

[0072] 图11示出了可被机器人控制器用于抖动打向太阳能表面的光的量的光调制系统的一个实施方式。该系统的一个目的在于通过测量系统的输出同时调制打向太阳能表面的人造或自然光的量来确定单独的太阳能表面的状态或总体健康。如果在系统等级上没有检测到功率输出改变,同时太阳能电力系统的一个统计上显著的部件有效地打开/关闭,则可以假设前述太阳能表面是性能不良的。

[0073] 现在将描述一种实现该抖动效应的方法。系统使用板载定向发光设备(1101)来增加打向太阳能表面(101)的光的量。当关闭发光设备时,打向太阳能表面的光的量减少。可以在白天使用该系统,但是在当系统的基线功率输出近似零时的夜间调制信号在统计上更显著。

[0074] 图12示出了可被机器人控制器用于优化现场级回溯算法的过程。回溯算法仅可用于非聚光PV应用,因为它们需要太阳能表面远离太阳能向量指向以防止阴影。PV模块的区域上的阴影可能产生不成比例的功率损失。

[0075] 该过程始于执行图4、7和8中所述的过程以确定单独的太阳能表面和它的基座轴的当前位置、方向和非垂直性(1201)。然后对于每个可能受回溯分析影响的太阳能表面重复过程1201(1202)。可以预定义或预编程这些太阳能表面的组。机器人控制器还可以用于确定或发现安全地带,其中将安全地带定义为在给定已知的或发现的现场配置的前提下对于第一太阳能表面不可能遮蔽第二太阳能表面的位置。

[0076] 收集的信息然后用于生成太阳能表面的现场的3D地图(1203)。为了确定太阳能表面是否当前a)彼此遮蔽或b)具有彼此遮蔽的能力,必须定义太阳能表面的几何形和面积。机器人控制器可以使用板载视觉系统来检测单独的太阳能表面的几何形和面积,或者可以由操作人员定义该信息(1204)。为了确定太阳能表面是否遮蔽相邻的太阳能表面,用于模拟太阳能向量的定向光可用于生成的太阳能表面的3D地图(1205)。如果检测到遮蔽,则计算系统可以确定对于第一太阳能表面的方向为了防止遮蔽第二太阳能表面而所需要的改变的最小量(1206)。可以对于太阳能表面的未来的方向(1207)和未来的太阳能向量角重复该计算过程,以预先确定太阳能表面的现场中的单独的太阳能表面的最佳定位(1208)。

[0077] 图13示出了可被机器人控制器用于特征化现场安装容差、制造误差、反弹和基于时间的地面沉降的过程。可以通过将包括关于太阳能表面的测量方向和/或位置的历史数据点的集合与不存在误差的情况下它的预测方向和/或位置比较,定义在制造和安装过程中的不完美所引起的这些误差。该过程可以始于执行图4、7和8中所述的过程以确定单独的太阳能表面和它的基座轴的当前位置、方向和非垂直性(1201)。然后对于太阳能表面重复过程1201以创建历史数据集合(1301)。在步骤1302中,还记录太阳能表面的估计方向

和已知的太阳能向量。计算系统然后可以比较测量的、预测的和已知的数据，以创建针对太阳能定位并且针对太阳能表面的预测方向的误差地图 (1303)。该误差检测过程可用于检测落入可接受的误差范围之外的太阳能表面。该误差地图还可用于通过有效地闭合校准环路来精细地调谐太阳追踪或回溯控制算法。

[0078] 图 14 示出了能够向板载处理单元、中央处理单元 (1401)、分布式处理单元 (1402) 或者与其他机器人控制器 (1403) 通信原始或已处理数据的机器人控制器 (104) 的一个实施方式。在可替换的实施方式中，即使当机器人控制器与一个或多个太阳能表面不相邻时，机器人控制器也可以与一个或多个太阳能表面通信并且从一个或多个太阳能表面接收信息。

[0079] 虽然本文已经说明并且描述了本发明的具体的实施方式和应用，但是应该理解本发明不限于本文公开的精确的构造和组件，并且在不脱离如所附权利要求中所定义的本发明的精神和范围的前提下，可以在本发明的方法和装置和配置、操作和细节中做出各种修改、改变和变化。

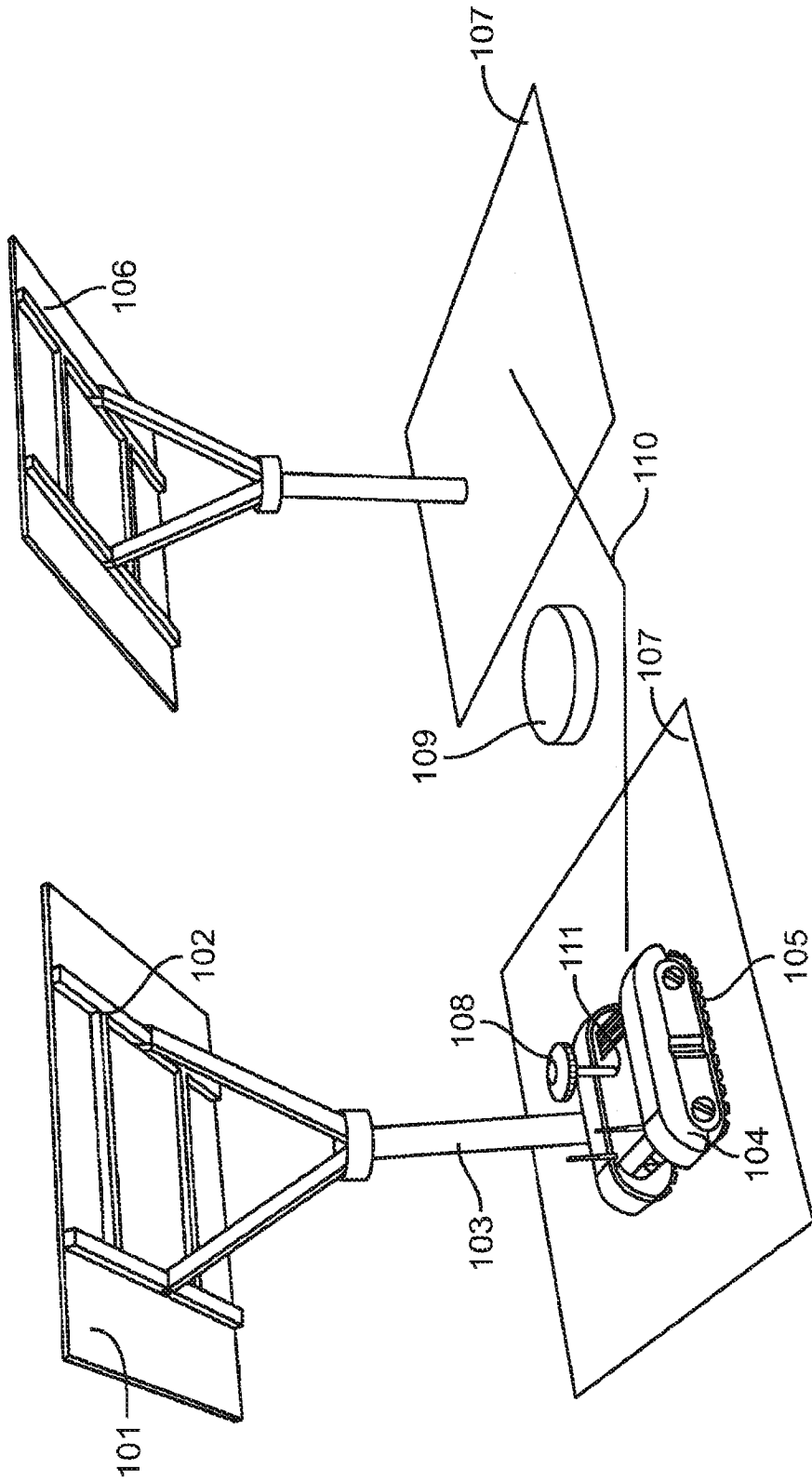


图 1

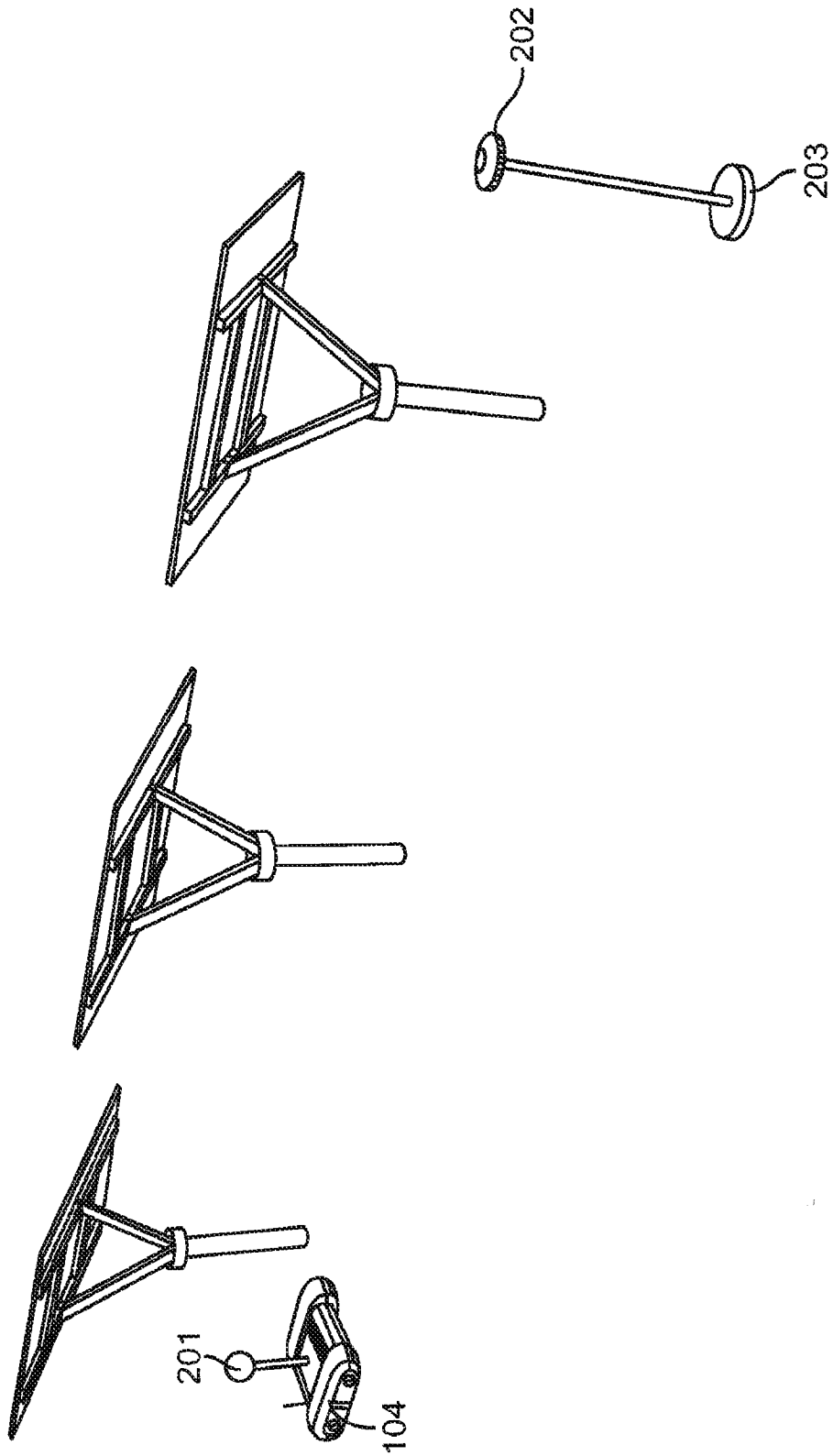


图 2

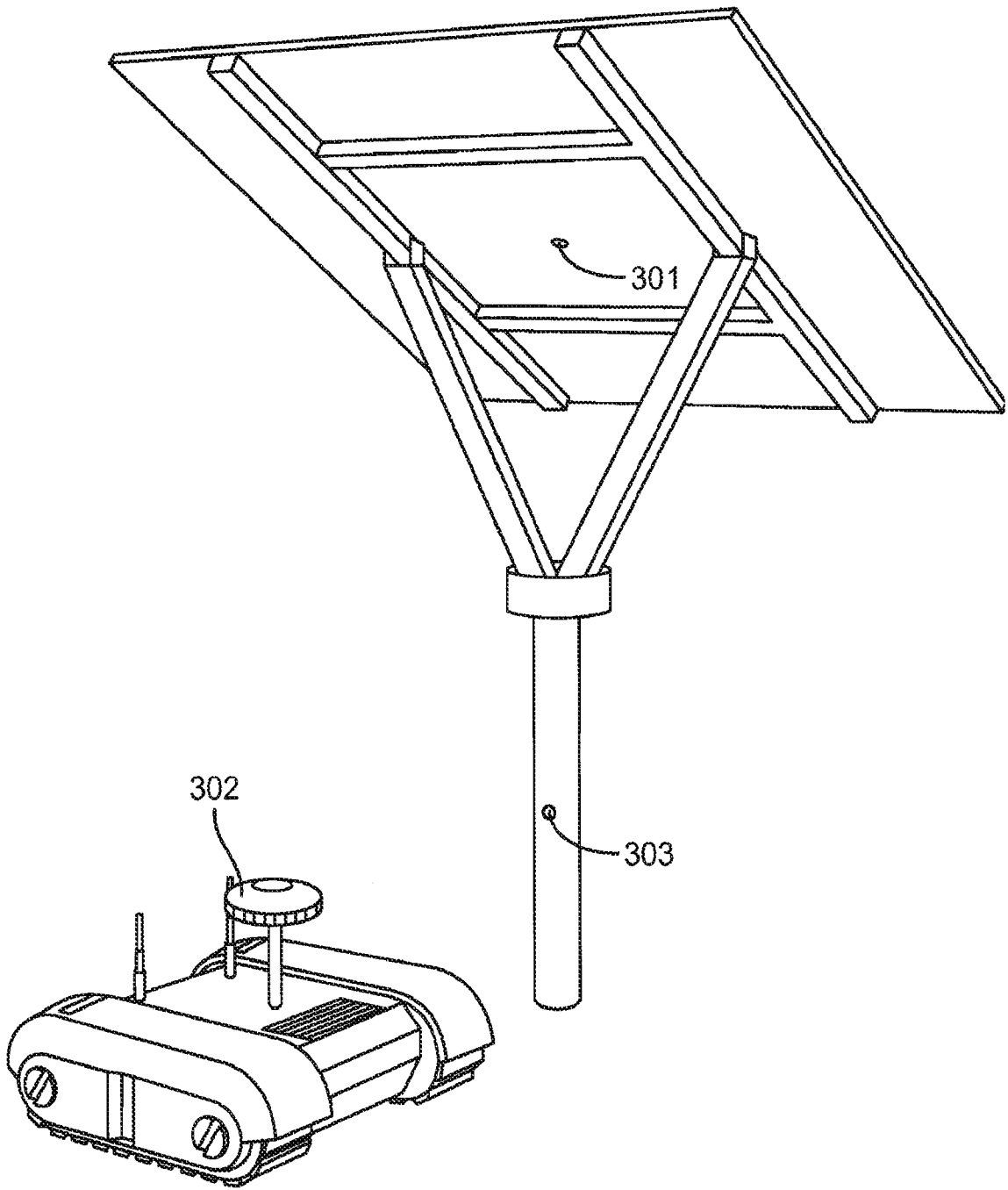


图 3

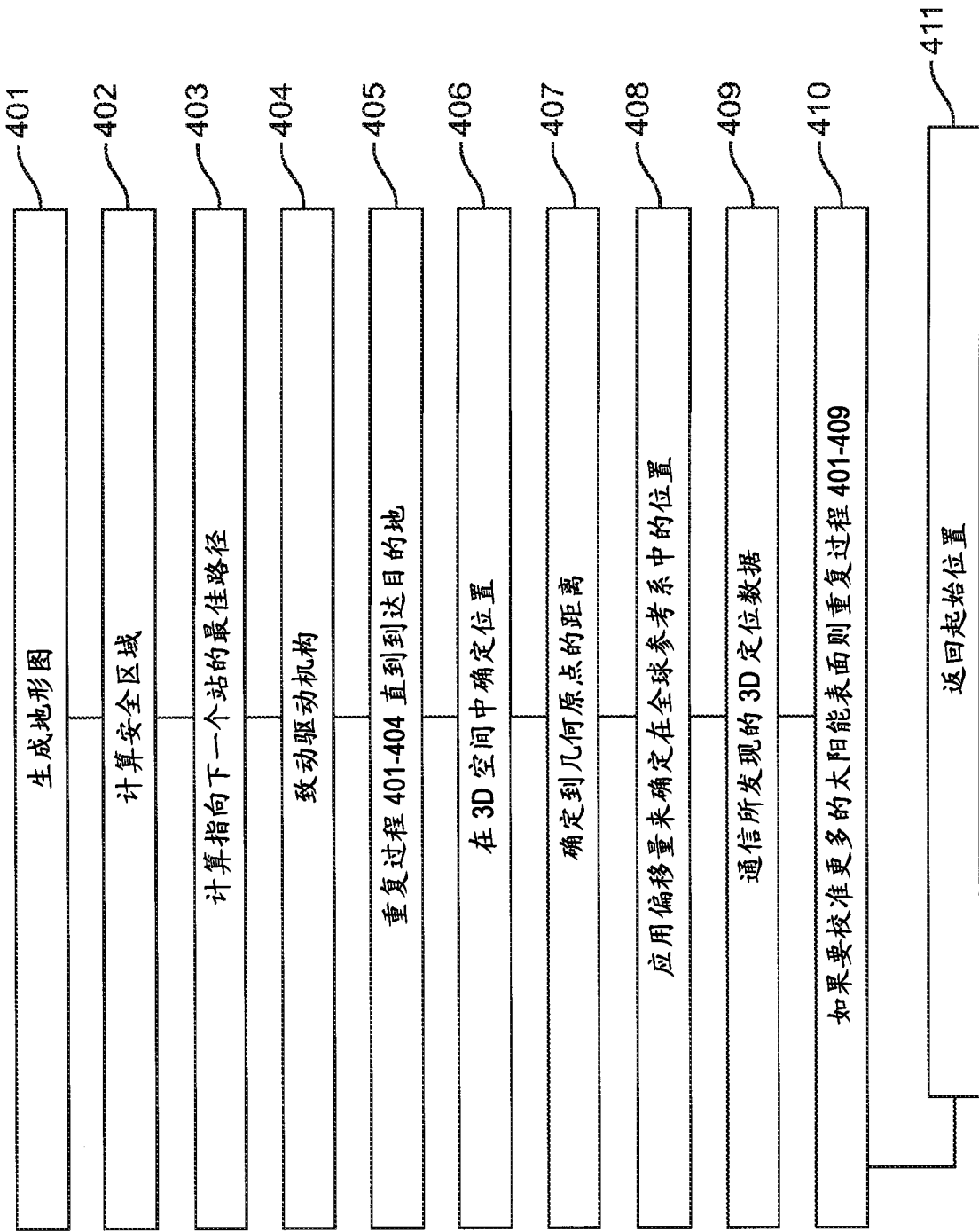


图 4

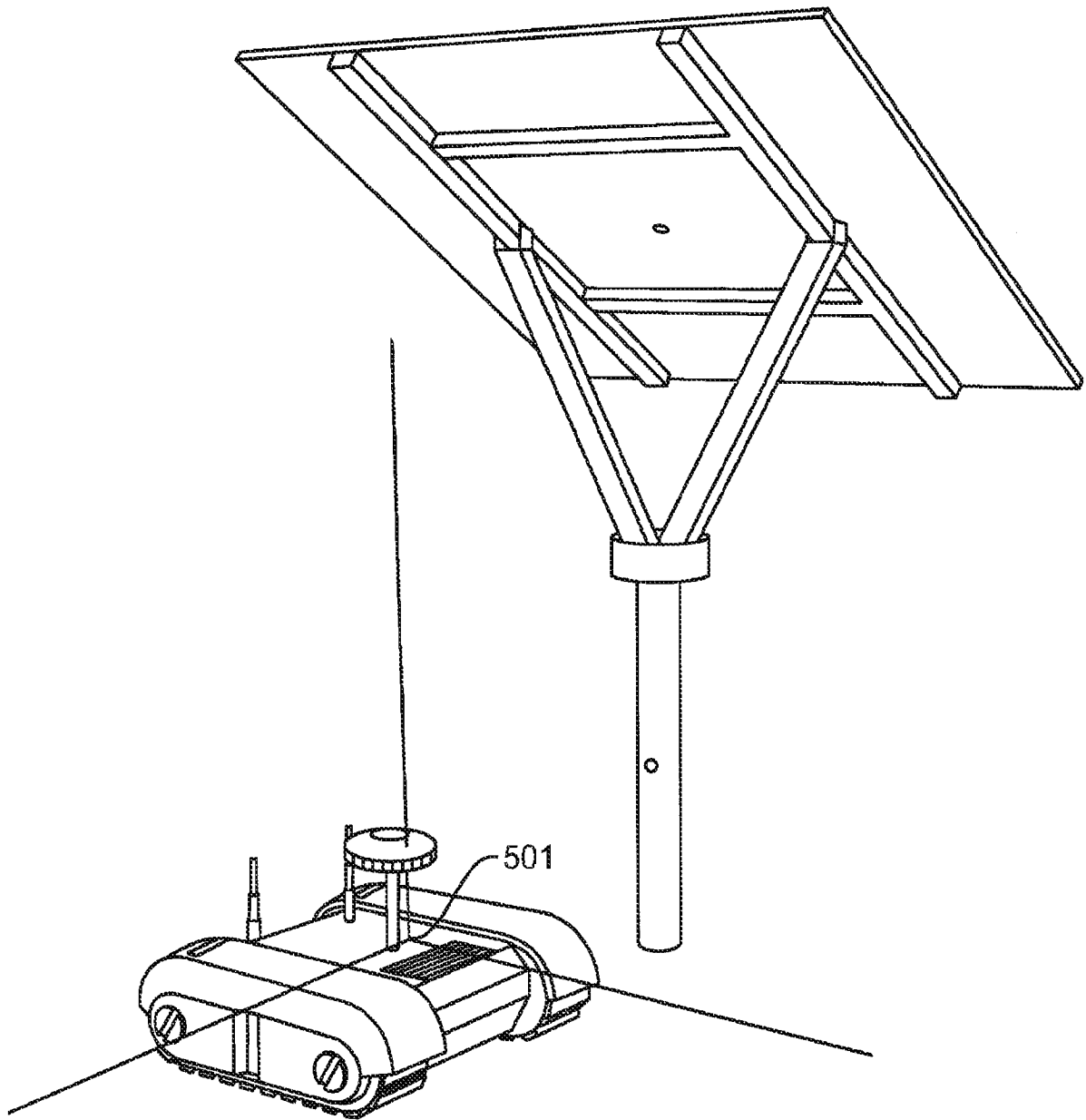


图 5

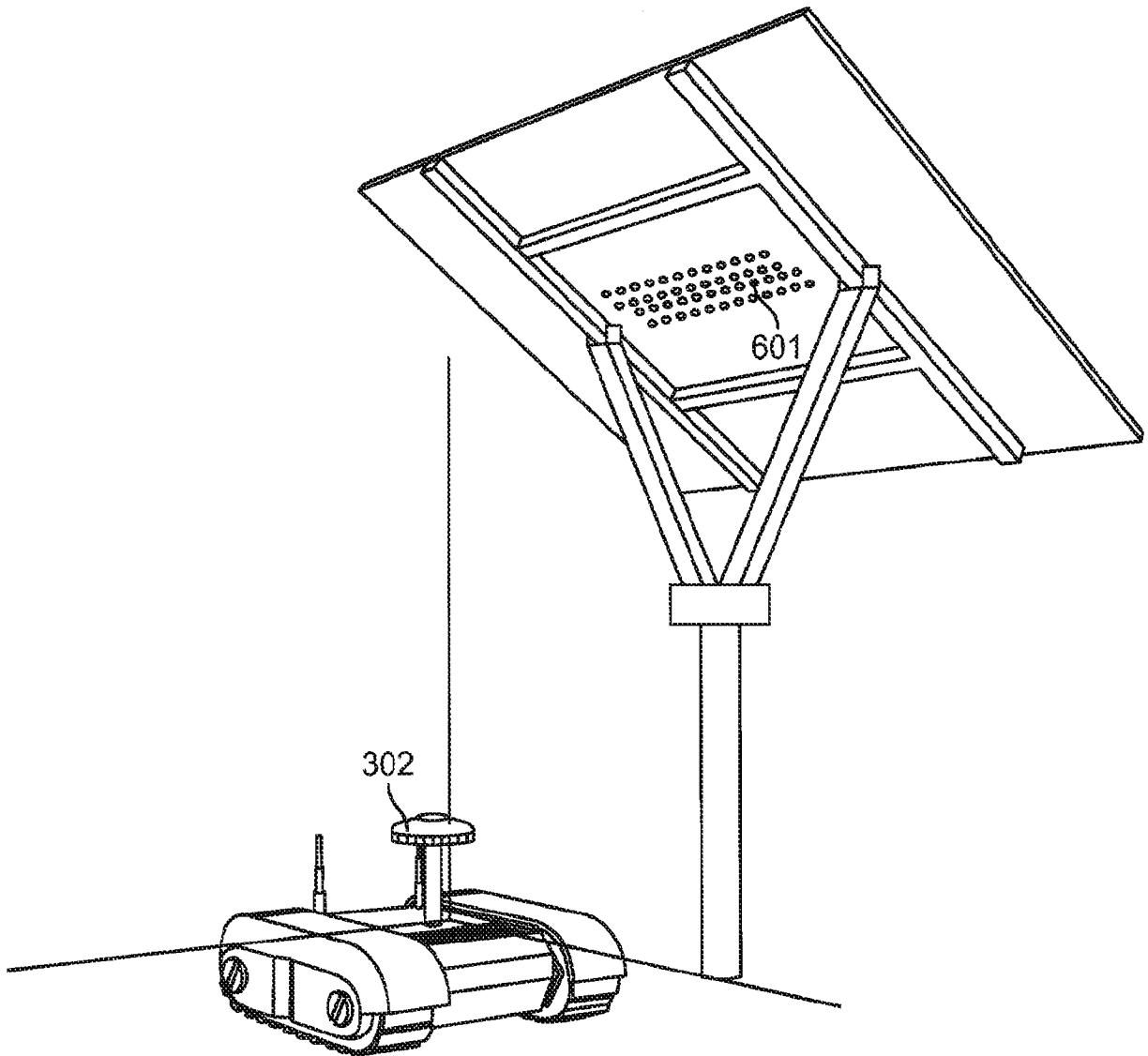


图 6

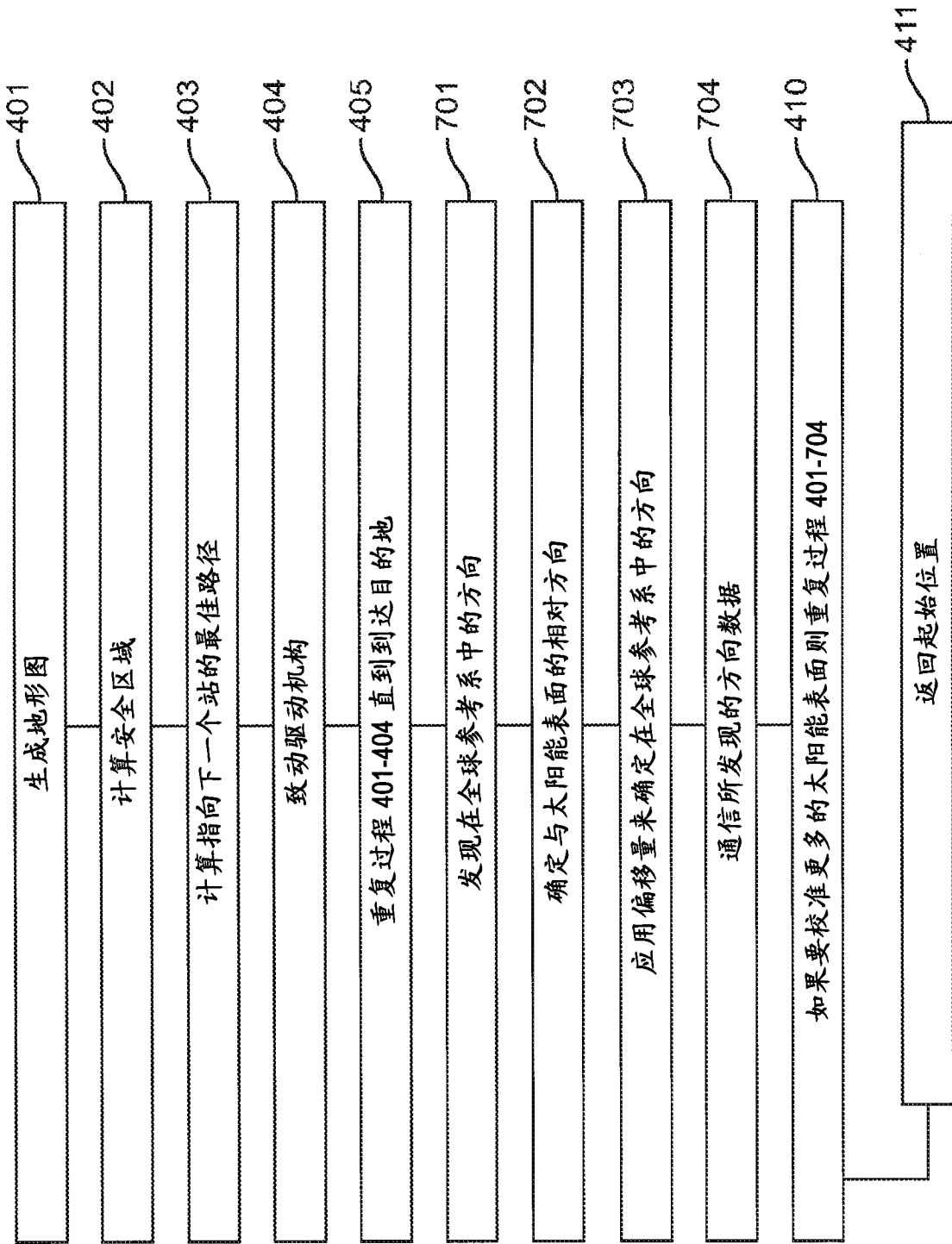


图 7

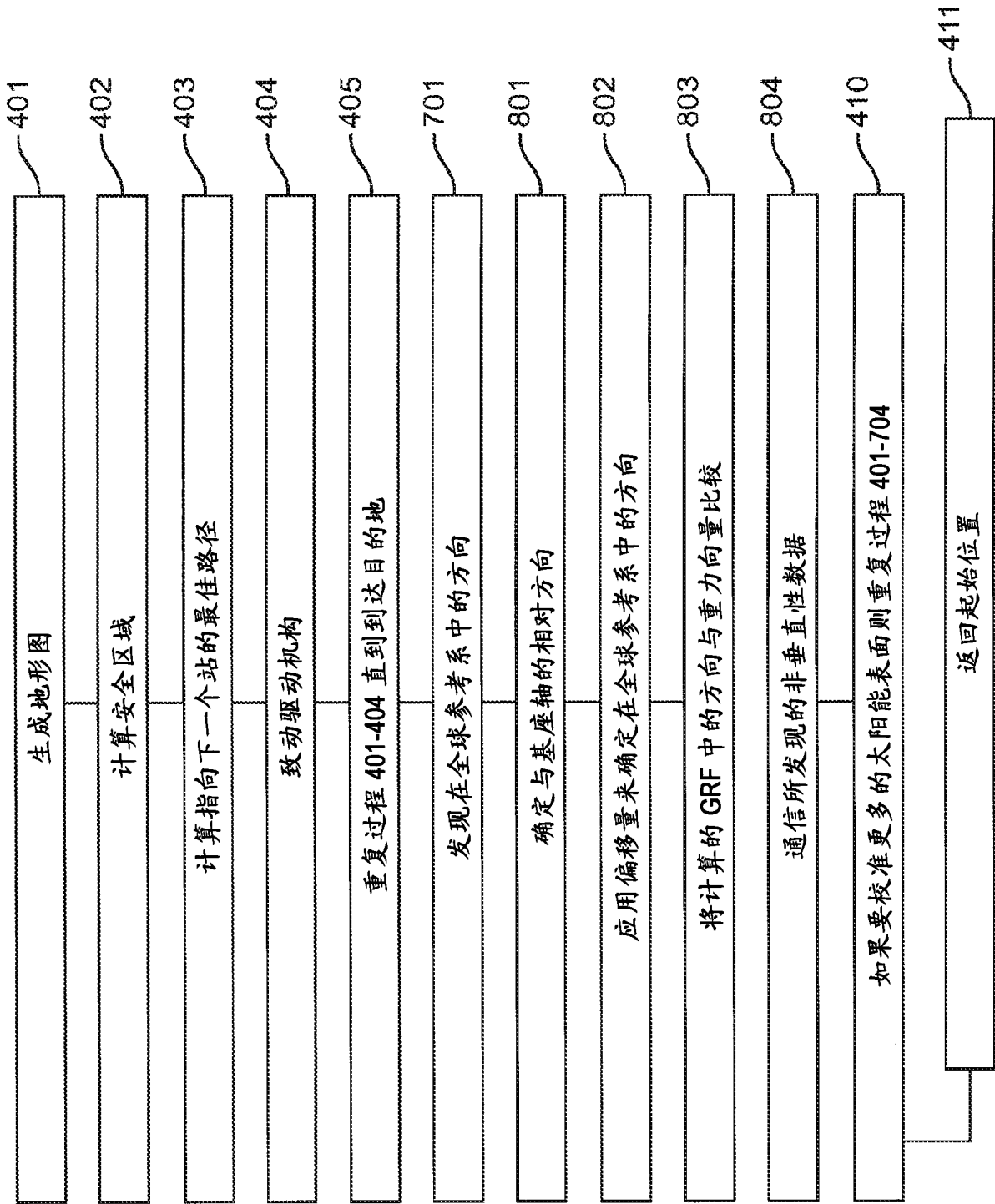


图 8

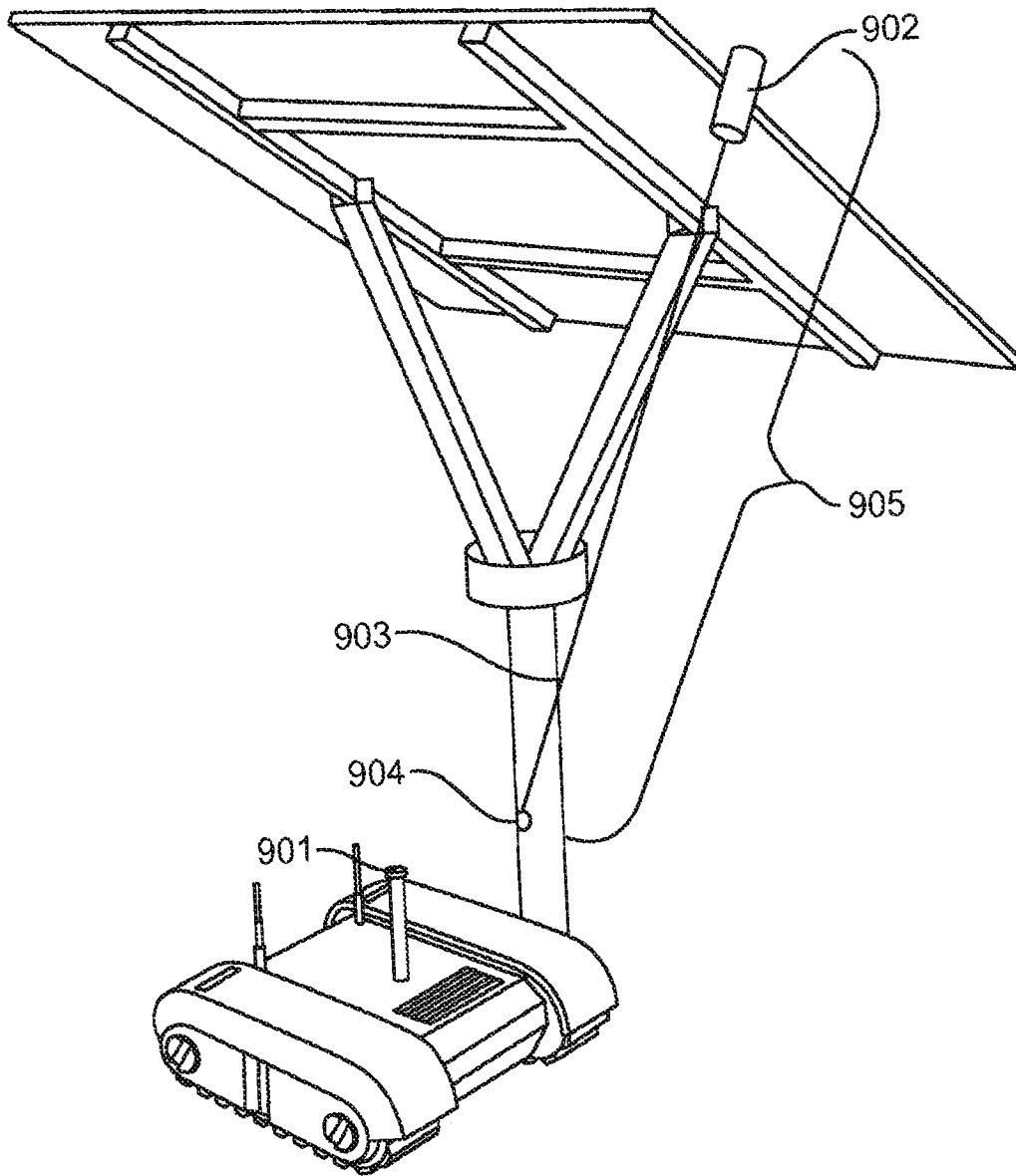


图 9

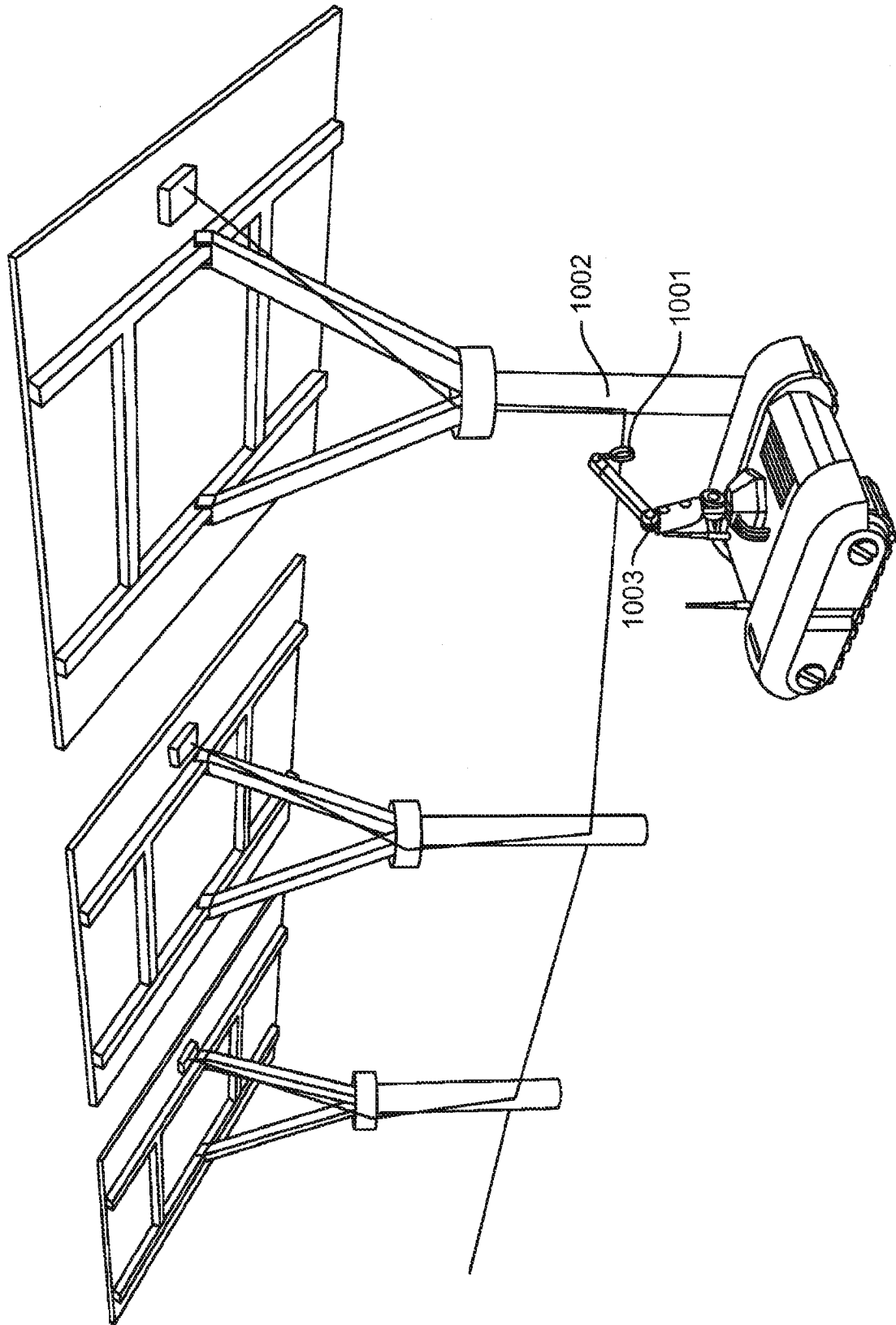


图 10

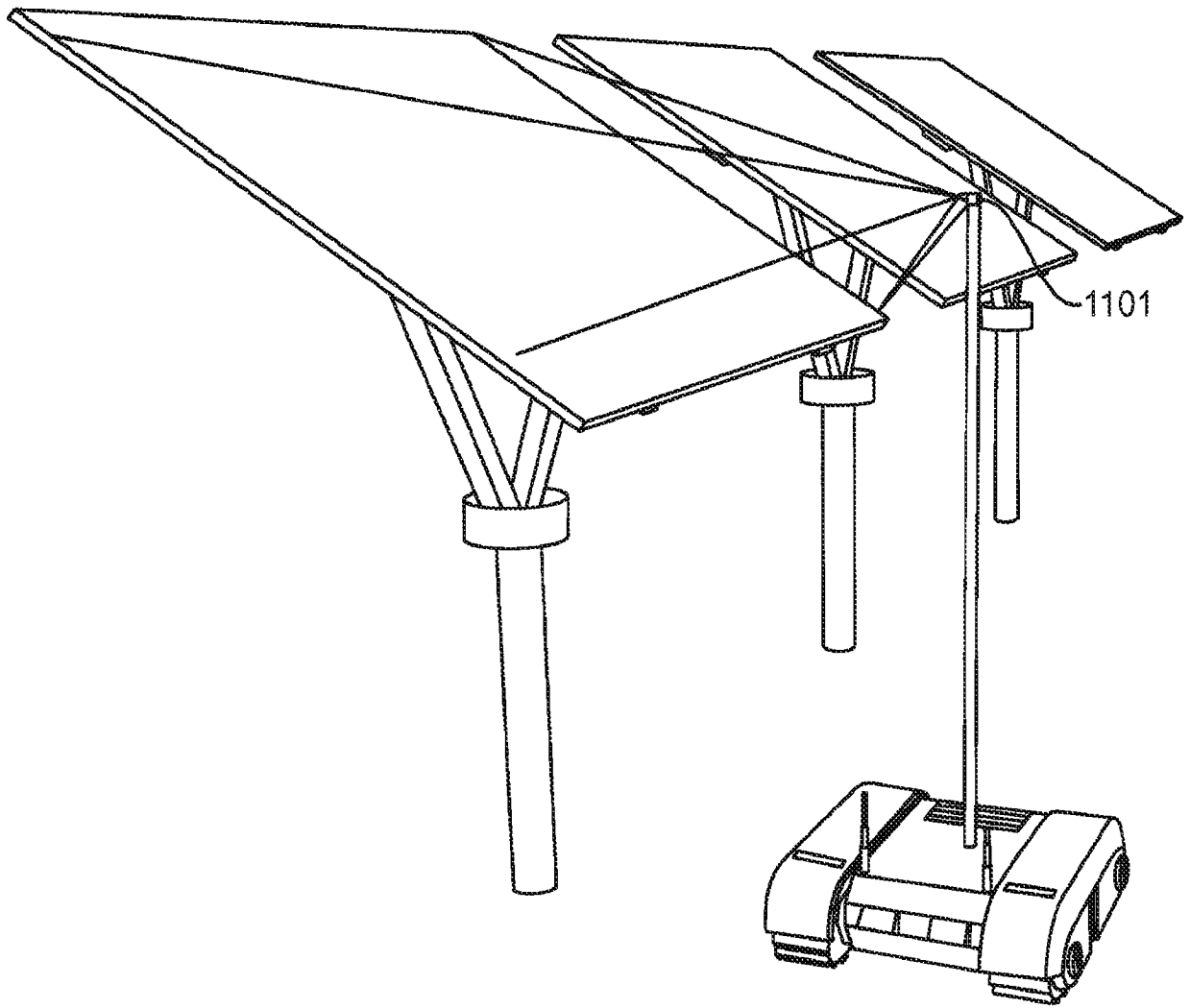


图 11

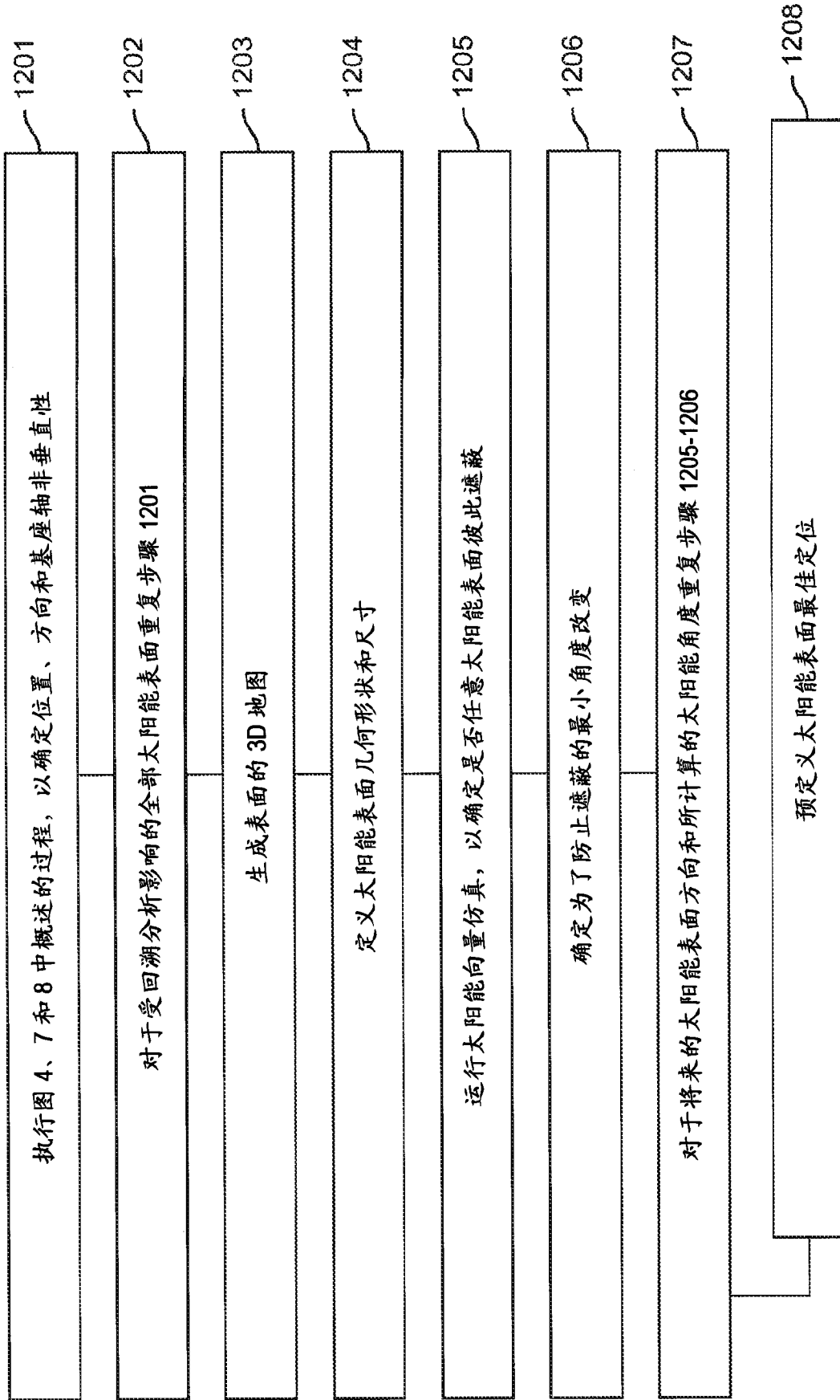


图 12

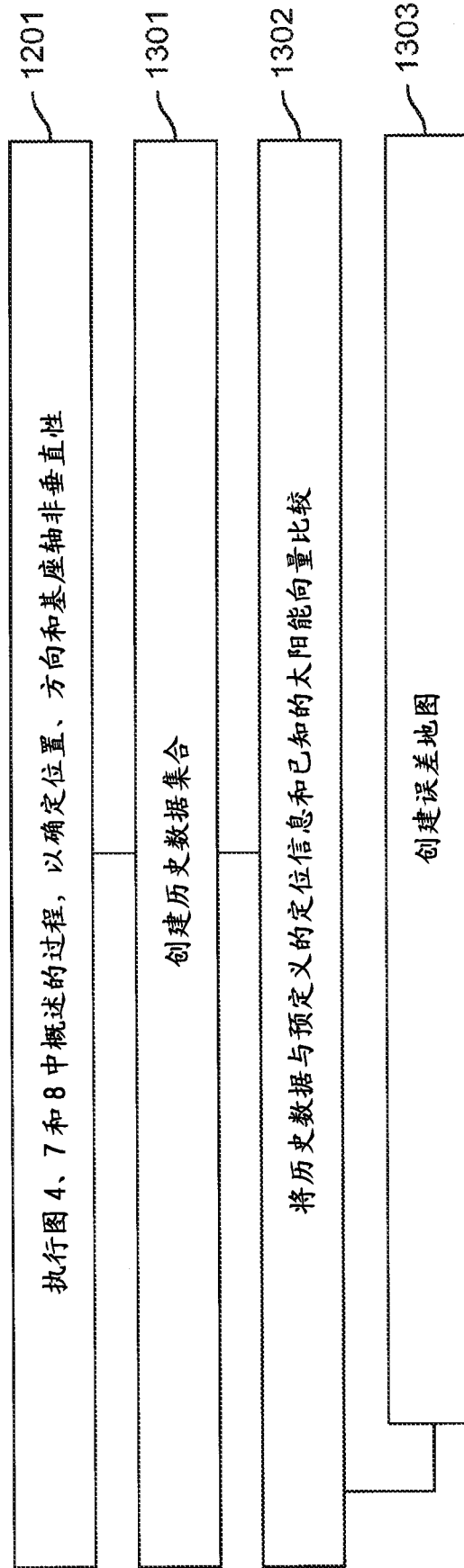


图 13

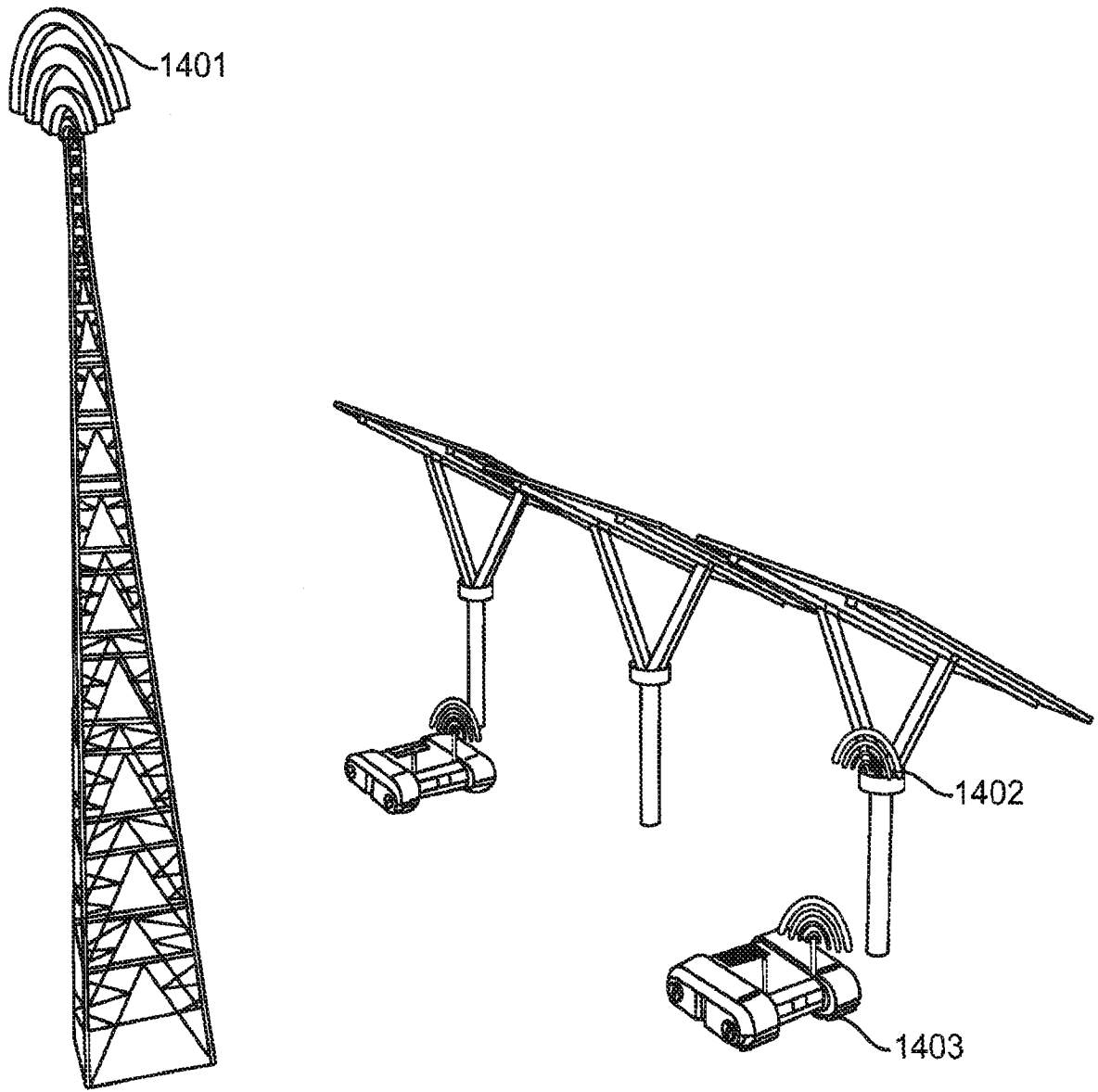


图 14