



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103119380 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 22

(21) 申请号 201180041483. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 07. 13

F24J 2/38 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/364, 729 2010. 07. 15 US

61/419, 685 2010. 12. 03 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 02. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/043905 2011. 07. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02012/009470 EN 2012. 01. 19

(71) 申请人 克博蒂克斯公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 S·特鲁吉洛 D·富库巴

T·屈里尔 W·伯克哈里

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

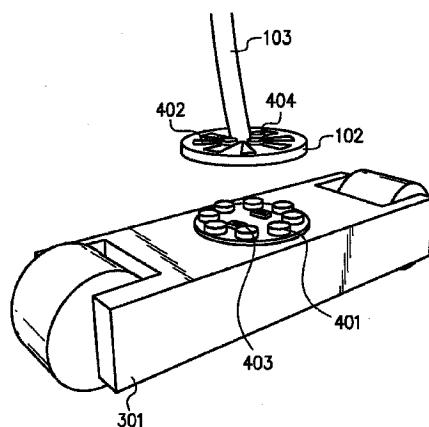
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

机器人定日镜系统和操作方法

(57) 摘要

一种用于操作机器人控制器以自动地定位多个太阳能表面以便增加来自太阳能表面的太阳能生成的。在一个实施方式中，该机器人控制器在密封轨道中行进并且使用磁通信调整该太阳能表面。



1. 一种用于响应于多个太阳能表面调整轮的运动来控制多个太阳能表面的位置的机器人控制器，每个太阳能表面具有对应的太阳能表面调整轮，所述机器人控制器位于轨道上，所述机器人控制器包括：

处理单元；

位置确定单元，被可通信地耦合到所述处理单元以用于确定所述机器人控制器的位置；

驱动系统，用于响应于来自所述处理单元的指示沿所述轨道移动所述机器人控制器；

调整确定系统，用于确定用于所述多个太阳能表面调整轮的第一太阳能表面调整轮的第一调整参数；以及

接合系统，用于基于所述第一调整参数来调整所述第一太阳能表面调整轮。

2. 如权利要求 1 所述的机器人控制器，

其中，所述位置确定单元识别所述机器人控制器在所述轨道上的与所述太阳能表面调整轮相邻的第一位置；以及

其中，所述驱动系统在所述第一位置上定位所述机器人控制器。

3. 如权利要求 2 所述的机器人控制器，其中，所述机器人控制器包括：

霍尔效应传感器；以及

所述位置确定单元利用所述霍尔效应传感器与所述太阳能表面调整轮中的一个太阳能表面调整轮之间的磁通信，将所述机器人控制器位置识别为与所述太阳能表面调整轮中的所述一个太阳能表面调整轮相邻。

4. 如权利要求 3 所述的机器人控制器，其中，所述霍尔效应传感器与所述太阳能表面调整轮中的所述一个太阳能表面调整轮之间的所述通信将所述太阳能表面调整轮中的所述一个太阳能表面调整轮识别为所述第一太阳能表面调整轮，并且将所述位置识别为所述第一位置。

5. 如权利要求 2 所述的机器人控制器，其中，机器人控制器包括：

霍尔效应传感器；并且

所述接合系统利用所述霍尔效应传感器与所述第一太阳能表面调整轮之间的磁耦合，基于所述第一调整参数来旋转所述第一太阳能表面调整轮。

6. 如权利要求 1 所述的机器人控制器，

其中，所述接合系统包括齿条和齿轮机构，可基于所述第一调整参数自动地调整所述齿条和齿轮机构，当所述机器人控制器正在移动时所述接合系统调整所述第一太阳能调整轮。

7. 如权利要求 1 所述的机器人控制器，其中，将所述机器人控制器穿过的所述轨道密封以防止灰尘或水的任意显著的进入。

8. 如权利要求 1 所述的机器人控制器，还包括：

用于沿所述轨道推进所述机器人控制器的驱动轮。

9. 如权利要求 1 所述的机器人控制器，还包括：

用于将功率存储到所述机器人控制器的功率存储系统。

10. 如权利要求 9 所述的机器人控制器，其中，所述功率存储系统是电能存储设备。

11. 如权利要求 9 所述的机器人控制器，其中，所述功率存储系统无线地再充电。

12. 如权利要求 1 所述的机器人控制器,还包括用于从所述轨道接收功率的能量接收设备。

13. 如权利要求 12 所述的机器人控制器,其中,所述能量接收设备从所述轨道感应地或者使用到所述轨道的直接连接来接收功率。

14. 如权利要求 1 所述的机器人控制器,其中,所述位置确定单元利用三角测量方法来识别所述机器人控制器的所述位置,所述三角测量方法接收来自位于本地附近的所述机器人控制器外部的至少三个设备的信号。

15. 如权利要求 1 所述的机器人控制器,其中,所述位置确定单元包括全球定位卫星接收器以识别所述机器人控制器的所述位置。

16. 如权利要求 1 所述的机器人控制器,还包括 :

气候控制系统,被设置为接收来自所述处理器的信号以便缓和所述机器人控制器操作的环境条件。

17. 如权利要求 1 所述的机器人控制器,还包括 :

通信系统,用于与中央服务器、第二机器人控制器和 / 或中央控制器中的至少一个无线地通信。

18. 如权利要求 1 所述的机器人控制器,还包括 :

照相机,用于检测一个或多个所述太阳能表面的方向和 / 或所述轨道的异常中的至少一个。

19. 一种用于机器人控制器响应于多个太阳能表面调整轮的运动来控制多个太阳能表面的位置的方法,每个太阳能表面具有对应的太阳能表面调整轮,所述机器人控制器位于轨道上,所述方法包括以下步骤 :

确定所述机器人控制器的位置 ;

沿所述轨道将所述机器人控制器移动到邻近所述多个太阳能表面调整轮中的第一太阳能表面调整轮的位置 ;

确定用于所述第一太阳能表面调整轮的第一调整参数 ; 以及

基于所述第一调整参数来调整所述第一太阳能表面调整轮。

20. 如权利要求 19 所述的方法,还包括步骤 : 与中央服务器、第二机器人控制器和 / 或中央控制器中的至少一个无线地通信。

机器人定日镜系统和操作方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求 2010 年 7 月 15 日递交的美国临时申请号 61/364,729 以及 2010 年 12 月 3 日递交的美国临时申请号 61/419,685 的优先权,通过引用的方式将它们整体并入本文。本申请涉及美国实用申请 13/118,274,通过引用的方式将它整体并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及太阳能追踪和校准设备,并且具体地涉及用于需要持续的重定位以维持与太阳对准的光电、聚光光电、以及聚光太阳能热力系统的追踪系统。

背景技术

[0004] 为了尝试降低太阳能的价格,已经做出了关于降低用于精确地重定位并且校准具有两个自由度的表面的成本的许多开发。在聚光太阳能热力系统中,定日镜阵列利用双轴重定位机构,通过使得定日镜的法向量将当前太阳位置和目标之间的角二等分,将日光重定向到中央塔。从中央塔生成的热量然后可用于创建用于工业应用的蒸汽或者用于公用电网的电力。

[0005] 聚光光电 (CPV) 系统利用双轴机构的优点以便实现这样一种位置,其中在该位置中 CPV 表面的法向量与太阳能位置向量重合。当 CPV 表面与太阳对齐时,内部光学能够将日光聚光到小型高效光电池。

[0006] 双轴定位系统还允许平板光电 (PV) 系统通过太阳能追踪产生更多功率。与固定倾斜系统相比,双轴 PV 系统每年多产生 35–40% 的能量。虽然该能量生产增加看起来是有吸引力的,但是当前技术通过将总系统资金和维护成本增加 40–50%,而边际化双轴太阳能追踪的价值。

[0007] 对于控制并且校准单独的表面的问题的传统的技术方案落入以下三个主要类别之一:主动单独致动、模块或镜子成组以及被动控制。在主动单独致动模型中,每个双轴系统需要两个电动机、微处理器、备用电源、现场接线以及用于控制并且校准每个表面的电子系统。此外,全部组件必须具有 20 年以上的寿命并且该系统需要针对严苛安装环境密封。在分散用于控制单独的表面的固定成本的尝试中,单独致动范例中的常规工程师的思想是建立 150 平方米 (m^2) 的定日镜和 225 平方米的 PV/CPV 追踪器。虽然控制成本在该尺寸被降低,但是大的追踪器要承受增加的钢铁、地基和安装要求。

[0008] 另一种方法尝试通过用缆绳或机械链接将多个表面一起结成群来解决该固定控制成本问题。虽然这有效地分散电动机致动成本,但是其对于陆地等级提出严格的要求,极大地复杂化安装过程,并且由于该机械链接的必要的坚硬度招致更大的钢铁花费。由于恒定的地面上置和在制造和安装中的不完美性,定日镜和 CPV 系统需要单独的调整,这增加系统复杂度和维护成本。

[0009] 当与单独致动或结群系统相比时,利用液压、双金属带或仿生材料来追踪太阳的被动系统被限于平板光电应用并且表现不佳。此外,这些系统不能够执行用于针对能量产

出和地面覆盖比率优化太阳能场的回溯算法。

发明内容

[0010] 一种用于响应于多个太阳能表面调整轮的运动来控制多个太阳能表面的位置的机器人控制器，每个太阳能表面具有对应的太阳能表面调整轮，该机器人控制器位于轨道上，该机器人控制器包括：处理单元；被可通信地耦合到该处理单元以用于确定该机器人控制器的位置的位置确定单元；用于响应于来自该处理单元的指示沿该轨道移动该机器人控制器的驱动系统；用于确定用于该多个太阳能表面调整轮的第一太阳能表面调整轮的第一调整参数的调整确定系统；以及用于基于该第一调整参数来调整该第一太阳能表面调整轮的接合系统。

[0011] 本文示出并且描述了本发明的具体的实施方式和应用，将要理解，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，可以在本发明的方法和装置的配置、操作和细节中做出各种改进，改变和变形。

[0012] 在一个实施方式中，可以结合定日镜或太阳能追踪器使用本发明，其中定日镜或太阳能追踪器的微处理器、方位角驱动、仰角驱动、中央控制系统和接线被去除。通过消除这些组件，与常规系统相比允许极大的成本降低，并且创建第四致动范例：具有主动的被动机器人控制。在该模式中，单个机器人控制器承担用于在3D空间中校准并且调整两个或更多个太阳能表面的功能职责。

[0013] 在本发明的第二实施方式中，一种机器人控制器可以在被动太阳能表面之间移动并且准确地控制接近前述表面的一个或多个调整轮的旋转。这些调整轮可以被连接到坚硬的或柔性的轴，其中该轴可以被布线到齿轮系、丝杆组件或者直接到太阳能表面。该齿轮系、丝杆组件或者直接驱动系统将旋转输入运动转换成太阳能表面的移动。如果该齿轮系、丝杆组件或者直接驱动系统是可反向驱动的，则附加调整轮可用于致动制动机构。该机器人控制器能够通过一个或多个调整轮的控制，在一个或两个轴中重定位太阳能表面，并且因此替代100组以上接线、电动机、中央控制器和校准传感器。这还消除了用于驱动大型定日镜和太阳能追踪器的核心工程承担——每个表面的高的、相对固定的控制成本。

[0014] 由于单独的机器人每年必须忍受5到8百万个调整周期，理想的调整接口将不使用接触来控制调整轮的位置。在第三实施方式中，本发明可以利用磁或电磁接口来控制该调整轮的旋转。如果利用轴向磁通量电动机机构，则该机器人控制器的调整轮接口可以不包括移动部件。

[0015] 在第四实施方式中，该机器人控制器可以在调整之前、期间以及之后传感调整轮的该位置。这可以通过该机器人控制器上的霍尔效应传感器或该调整轮上的不同的磁铁或金属片的使用来实现。金属检测方法包括但不限于：甚低频(VLF)、脉冲感应(PI)和拍频振荡(BFO)。机器人还可以使用光、电磁或物理标记系统和传感方法来确定调整轮的即时位置。该接口还可用于检测单独的太阳能表面站，以便降低单独的机器人站传感机构的复杂度。

[0016] 在第五实施方式中，针对太阳能表面的快速调整优化该机器人控制器。机器人调整器可以快速地分析：1) 该机器人控制器在3D空间中的位置，2) 它在3D空间中与太阳能表面的关系，3) 基于当日时间和位置的当前太阳位置，以及4) 希望的指向位置。在已知这

四个变量之后,该机器人控制器可以计算用于单独的太阳能表面的必要调整量。对于 PV 和 CPV 应用,可以直接朝向太阳或者在由回溯控制算法定义的最佳角度上指向该太阳能表面。另外,对于 PV 应用,机器人可以利用依赖于位置、日期和时间信息的现有方法来确定太阳的位置并且以开环的方式指向 PV 面板。定日镜功率塔系统将需要该太阳能表面将太阳与中央塔之间的角度一分为二。由于该太阳能表面将不被不断地更新,在一些应用中的最佳位置将设置该表面使得该表面将处于调整之间的最佳方向中途。例如如果调整时的最佳仰角是 26 度,并且在后续调整时的新的最大值是 27 度,则机器人控制器可以将该表面设置在 26.5 度的倾斜上。

[0017] 在计算之后,该机器人控制器可以使用板载调整接口来控制太阳能表面的位置。在机器人控制器的过程中的最终步骤是分析到相邻调整站的距离,并且利用板载或外部驱动机构来重定位它自身以便后续调整。

[0018] 在第六实施方式中,机器人控制器的两个、三个或更多个等级可以用于经济地重定位太阳能表面的场。顶部并且最昂贵等级的机器人控制器可以包括精确地校准并且调整太阳能表面的场所必要的全部机构。中等级机器人控制器可以包括重定位太阳能表面所需要的全部机构并且将被构造为经受十年或更多年的现场操作。低等级机器人控制器可以具有最小数量的功能组件以快速调整太阳能表面并且可以被设计为用于低成本而长寿命。

[0019] 理想的被动致动场可以利用一个顶级机器人控制器用于初始校准和重校准目的。中等级机器人控制器可以用于正常操作并且将基于来自顶级机器人控制器的输入调整太阳能表面。低等级机器人控制器可以用于紧急情况中并且将允许快速并且低成本的紧急情况散焦和 / 或风载。

[0020] 在第七实施方式中,机器人控制器的场经由无线网络、直接链路系统、外部交换机或者通过接近单独的太阳能表面或太阳能表面组存储数据,彼此并且 / 或者与中央控制器系统通信。

[0021] 在第八实施方式中,该机器人控制器包括多个调整轮接口,因而可以同时地调整多个太阳能表面。

[0022] 在第九实施方式中,该机器人控制器可以无需停止就控制单独的一个或多个调整轮的位置。这可以使用齿条和小齿轮系统来实现,其中该齿条和小齿轮系统使用接触、磁性和 / 或电磁性来旋转调整轮。

[0023] 在第十实施方式中,该机器人控制器可以通过气密管在站之间移动,以防止大的物体、水和灰尘进入。还可以希望机器人控制器被气密以便增加另一个进入冗余层。

[0024] 在第十一实施方式中,可以布线机器人传输管,因而该机器人控制器可以容易地返回到中央位置。

[0025] 在第十二实施方式中,两个或更多个机器人控制器可以调整一组太阳能表面。这允许该太阳能表面重定位系统在单个机器人故障的情况下冗余。

[0026] 在第十三实施方式中,该机器人控制器可以包括利用散热器、主动冷却 / 加热系统和湿度控制机构的板载气候控制系统来对于内部组件维持恒定的温度和环境。该系统在延长各种板载能量存储机构的有效寿命方面特别有用。

[0027] 在第十四实施方式中,可以无线地充电该机器人控制器。如果电磁线圈用于控制该调整轮的旋转,则该接口可以重用于感应式地充电板载能量存储系统。

[0028] 在第十五实施方式中，机器人控制器可以包括能够将板载组件的健康中继到其他机器人控制器和 / 或中央控制系统的诊断系统。该诊断系统可以将规律的并且周期性的消息通信回到远程操作员或按需接入。该系统还可用于被动追踪器或定日镜的场内质量保证，因为该机器人可以主动测量用于控制太阳能表面的调整轮的位置所需要的扭矩和能量的量。该系统还可用于在不能旋转太阳能表面的调整轮的情况中的缺陷检测。该机器人控制器还可以利用板载传感器来确定该机器人传输管是否具有任何故障。

[0029] 在第十六实施方式中，可以检测用于 PV 和 CPV 应用的故障太阳能表面。在该模式中，该机器人控制器可以与中央功率收集系统通信以确定来自太阳能表面的场的当前输出。如果单个太阳能表面旋转偏离太阳，并且中央功率收集系统没有检测到功率输出改变，则该机器人控制器可以认为该太阳能表面是瑕疵的。其还可以将该太阳能表面放置在特殊方向中，以警告现场维护工作人员一件 PV 或 CPV 系统发生故障。

[0030] 在第十七实施方式中，可以将各种预编程控制协议和算法合并到该机器人控制器中以便处理各种场等级情况。也可以由现场或远程操作员更新这些机器人控制算法。

[0031] 在第十八实施方式中，可以在该机器人中合并各种安全特征以制止逆向工程和偷窃。该机器人还可以包括追踪特征以允许恢复丢失或失窃的机器人。

[0032] 说明书中描述的特征和优点不是包括一切的，并且具体地鉴于附图和说明书，许多附加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，原则上为了容易和介绍的目的选择并且不是为了界定或限定发明性主题的目的选择说明书中使用的语言。

附图说明

[0033] 图 1 是根据本发明的实施方式的没有单独的微处理器、方位角驱动电动机、仰角驱动电动机、中央控制系统、备份电源或校准传感器的可以被精确重定位的被动太阳能表面的说明。

[0034] 图 2 是根据本发明的实施方式的不需要齿轮减速器来将来自一个或多个调整轮的旋转输入运动转换成太阳能表面的单或双轴控制的被动太阳能追踪器或定日镜的说明。

[0035] 图 3 是根据本发明的实施方式的机器人控制器的说明。

[0036] 图 4 是机器人控制器与调整轮之间的非接触接口的实施方式的说明。

[0037] 图 5 是根据本发明的实施方式的机器人控制器的各种组件的说明。

[0038] 图 6 是根据本发明的实施方式的机器人控制器的操作的流程图。

[0039] 图 7 是根据本发明的实施方式的中等级机器人控制器的操作的流程图。

[0040] 图 8 是根据本发明的实施方式的低等级机器人控制器的操作的流程图。

[0041] 图 9 是可以根据本发明的实施方式的机器人控制器使用的一些通信技术的说明。

[0042] 图 10 是根据本发明的实施方式的具有多个调整轮接口的机器人控制器。

[0043] 图 11 是根据本发明的实施方式的能够在调整站中无需停止就控制调整轮的机器人控制器的说明。

[0044] 图 12 是用于显示根据本发明的实施方式的可以在具有多个太阳能表面的系统中布线机器人传输管的方式。

[0045] 图 13 是用于根据本发明的实施方式的机器人控制器的气候控制系统的说明。

[0046] 图 14 是根据本发明的实施方式的利用无线动力传输接口来充电能量存储机构的机器人控制器的说明。

[0047] 图 15 是根据本发明的实施方式的机器人控制器的板载诊断和质量保证系统的操作过程的流程图。

[0048] 附图仅为了说明的目的描述了本发明的各种实施方式。本领域的熟练技术人员将从下文的讨论容易认识到在不脱离本文所述的本发明的原理的前提下可以应用本文所述的结构和方法的可替换的实施方式。

具体实施方式

[0049] 现在参考附图描述本发明的优选实施方式, 其中在附图中相同的附图标记指示相同的或功能上类似的元件。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标记的附图。

[0050] 在说明书中对于“一个实施方式”、“第一实施方式”、“第二实施方式”或对于“实施方式”(例如)的引用意味着结合该实施方式所述的具体特征、结构或特点被包括在本发明的至少一个实施方式中。短语“一个实施方式”、“第一实施方式”、“第二实施方式”或“实施方式”(例如)在说明书中的各种地方的出现不必全部涉及相同的实施方式。

[0051] 根据关于计算机存储器中的数据比特上的操作的算法和符号表示, 给出下文详细说明书的一些部分。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将他们的工作的实质传达给本领域的其他技术人员的手段。算法在这里, 并且通常被设想为是一种导致所希望的结果的自一致的步骤序列。该步骤是需要物理量的物理操作的步骤。这些物理量通常但不是必须采取能够存储、传递、组合、比较以及其他操作的光、电、磁信号的形式。有时候主要为了普通使用的原因而将这些信号称为比特、值、元素、符号、字符、项、数量等等是方便的。此外, 在不失一般性的前提下, 有时候将需要物理操作或物理量的变形或物理量的表示的步骤的特定排列称为模块或代码装置也是方便的。

[0052] 但是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便捷标记。除非具体陈述, 否则如从以下讨论显而易见的, 应当了解贯穿整个说明书, 讨论利用诸如“处理”或“计算”或“算”或“确定”或“显示”之类的术语涉及这样一种计算机系统或类似的电子计算设备(比如特定的计算机器)的动作和处理, 其中该计算机系统或类似的电子计算设备操作并变换被表示为计算机系统的寄存器或存储器或其他这种信息存储、传输或显示设备中的物理(电子)量的数据。

[0053] 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, 可以将本发明的过程步骤和指令实现软件、固件或硬件中并且当实现在软件中时可以被下载以位于由各种操作系统使用的不同的平台上并由其来操作。本发明还可以位于可以在计算系统上执行的计算机程序代码中。

[0054] 本发明还涉及用于执行本文的操作的装置。可以出于例如具体的计算机的目的具体地构造该装置, 或者其可以包括由存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或重配置的通用计算机。该计算机程序可以被存储在计算机可读存储介质中例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的任意类型的介质，并且它们中的每一个被耦合到计算机系统总线。存储器可以包括任意以上设备和 / 或可以存储信息 / 数据 / 程序的其他设备。此外，说明书中涉及的计算机可以包括单处理器或者可以是应用多个处理器设计以便增加计算能力的架构。

[0055] 本文给出的算法和显示并不固有地涉及任意具体的计算机或其他装置。各种通用系统也可用于根据本文的教导的程序或者可以方便地构造更专用的装置来执行方法步骤。从以下说明书将显现这些系统的变化。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的目的提供下文对于具体语言的任意参考。

[0056] 另外，为了可读性和说明的目的总体选择说明书中使用的语言，并且不被选择为界定或限定发明主题。因此，本文的公开适用于说明而不是限制本发明的范围。

[0057] 现在参考附图，图 1 描述了不具有单独的微处理器、方位角驱动电动机、仰角驱动电动机、中央控制系统、备份电源或校准传感器的可以被精确重定位的被动表面 (101)。由单个机器人控制器控制的两个调整轮 (102) 可以通过柔性的或坚硬的驱动轴 (103) 致动该系统。所述系统使用柔性电缆将来自固定调整轮的旋转移动转换成方位角齿轮系 (104) 和仰角丝杆组件 (105)。固定调整轮是希望的，因为它们允许可以沿轨道或管道 (106) 移动的相对简单的机器人控制器。但是，该设计限制不是必须的，因为机器人控制器不需要被受限于设置路径并且可以遍及太阳能表面的场自由地移动。

[0058] 机器人传输轨道可以包括由铝、钢、非有色金属、有色金属、塑料或复合材料制造的中空正方形或圆形管道。可以由大量地基类型支撑该被动太阳能表面，该地基类型包括但不限于：驱动台 (107)、地脚螺钉、压载或简单地被闩到坚硬表面上。机器人传输管道也可以用作于单独的被动太阳能表面的基础支撑。

[0059] 图 2 展示了不需要齿轮减速器来将来自调整轮 (102) 的旋转输入运动转换成太阳能表面的单轴或双轴控制的被动太阳能追踪器或定日镜的实施方式。可以直接由柔性驱动轴 (103) 以尖端倾斜的方式致动该系统。在一个实施方式中，柔性驱动轴直接连接到被坚固地固定到一个旋转轴的销接头 (201)。调整轮的旋转因此在一个轴上以 1 : 1 的方式改变太阳能表面的旋转。该系统可以利用摩擦力来锁定太阳能表面的位置或者利用上文引用的专利申请号 13/118, 274 中所述的其他主动制动机构。

[0060] 图 3 展示了本发明的具有主动机器人控制的被动系统的核心致动范例。机器人控制器 (301) 能够沿着轨道 (106) 推动它自己，靠近太阳能表面 (101) 停止并且使用板载调整轮接口 (302) 精确地控制被连接到前述太阳能表面的一个或多个调整轮 (102) 的旋转。每个调整轮被连接到可以被布线到容纳许多被动追踪器设计的坚硬的或柔性的轴。本发明关注机器人控制器的特征以确保调整轮被可靠地并且精确地重定位。

[0061] 希望向调整轮提供大量输入扭矩以便减小重定位太阳能表面所需要的齿轮减速。可以使用基于接触的调整方法，但是往往具有差的站对齐、机械疲劳并且难以与安装环境密封。如果有必要，则机器人控制器可以使用例如积极机械接合、摩擦或基于吸力的系统以机械控制调整轮的旋转。

[0062] 图 4 显示了机器人控制器与调整轮 (102) 之间的非接触式接口的一个实施方式。该系统使用独立地控制的电磁铁 (401) 来旋转金属调整轮。该调整轮可以具有允许特定电

磁线圈放电模式的不同的金属形式 (402) 以改变它的旋转度。其他系统 / 实施方式可以利用调整轮上的永磁铁和 / 或机器人控制器 (301) 上的永磁铁。利用永磁铁或基于接触的调整接口的系统可以被连接到旋转驱动系统以便旋转调整轮。利用机器人控制器侧上的电磁铁的系统可以是固态的。在许多实施方式中, 使用电流来控制调整轮的旋转的调整接口使用电磁铁, 并且从能量使用和系统寿命的观点看来是最有效的, 以减少调整轮接口以简化轴向通量或感应电动机, 其中昂贵的组件被包括在机器人控制器上。

[0063] 图 4 还显示了可以包括用于在调整之前、之后以及期间检测调整轮的方向的系统的机器人控制器。这些系统可以利用一个或多个传感器 (403) 来检测调整轮上的不同标记 (404) 的位置。标记的类型包括但不限于磁或金属材料、物理锯齿或者可以被光、电磁或静电传感机构识别的标记。该系统是有用的, 因为其允许机器人控制器证实已经由不同数量的输入旋转正确地重定位太阳能表面。其还允许机器人证实在调整之间未旋转该轮。

[0064] 图 5 描述了根据本发明的一个实施方式的机器人控制器的组件的概括。从该图可以看出, 机器人具有保持其对齐并且沿封闭轨道推进其的惰轮 (501) 和驱动轮 (502)。这些惰轮可以被弹簧加载, 以将机器人控制器转位到该轨道的一个或两个侧面。该机器人控制器还可以包括校准照相机 (503) 和结构化发光机构, 以在 3D 空间中发现太阳能表面的方向。对于利用封闭轨道的系统 / 实施方式, 窗口或对于特定频率透明的其他开口可以位于靠近太阳能表面的轨道中。该窗口允许校准照相机观察太阳能表面的下侧。在机器人传输管道中打孔可以创建该窗口。为了允许轨道保持密封, 可以用一片玻璃、塑料或其他透明材料覆盖该孔。

[0065] 为了重定位太阳能表面, 机器人控制器必须能够控制一个或多个调整轮的位置。这可以通过可以包括可以被独立地激活 / 去激活的固态电磁线圈 (401) 的调整接口的使用来完成。调整轮旋转传感器 (403) 可以允许机器人控制器确定调整轮的即时位置。机器人控制器的其他未描述的组件可以包括但不限于单独的站检测单元、全球或相对位置发现单元、内部配线、中央处理器单元、电动机驱动控制器、驱动电动机编码器、板载气候控制系统、电池管理系统、基于接触的充电系统、感应充电系统、近距离传感器、数据存储系统、用于再生制动目的的电容存储系统以及无线数据发射器 / 接收器。这些组件的精确的放置依赖于实施方式而不同, 因为它们可以以许多配置被装入机器人控制器的范围中。

[0066] 图 6 显示了根据本发明的一个实施方式的机器人控制器的操作过程。该操作过程展示单个机器人控制器 (301) 可以如何重定位多个太阳能表面 (101)。该机器人控制器的功能职责是结合靠近太阳能表面的一个或多个调整轮 (102) 工作, 以合适地维持单独的太阳能表面的方向。

[0067] 当首次布置机器人控制器时, 它的初始目的是理解它的环境以及它将要控制的被动追踪器 / 定日镜。这从机器人控制器朝向调整轮 (601) 移动并且持续搜索靠近太阳能表面放置的制动点 (602) 开始。该点可以是在例如梁、磁铁或金属件上的实际标记。如果在梁上存在实际标记, 则可以用照相机来装备机器人控制器以检测该点。如果该制动点是磁的或金属的, 则可以用霍尔效应传感器或金属检测器来装配机器人控制器, 以发现该制动点。在一个实施方式中, 调整轮或调整轮上的用于旋转传感的标记物可用作制动点。在已经检测到制动点之后, 机器人控制器可以激活它的制动机构 (603)。制动方法可以包括但不限于: 驱动电动机的去激活、轮制动的应用、电动机制动的应用、再生制动或这些制动机构的

混合。当设备被减速时，机器人控制器搜索最终调整点 (604)。在已经找到该点之后，其应用完全制动并且将其自身进入完全停止 (605)。

[0068] 机器人控制器在将其自身与一个或多个调整轮合适地对齐之后，发现它与太阳能表面的相对方向。如果这是机器人控制器首次访问具体太阳能表面调整站，则可以通过将太阳能表面调整到零度倾斜和零度方位角旋转或另一个定义设置，将太阳能表面“归零”。为了实现该目标，机器人控制器可以接合调整轮 (606) 并且开始旋转它 (607)。当旋转时，它可以使用板载调整轮传感器 (403) 来证实该轮正确地旋转 (608)。该太阳能表面可以具有用于防止被旋转超过零点的硬校准停止。在这些系统中，在不再能够旋转轮子之后，机器人控制器可以停止试图调整系统 (609)。为了防止对被动表面或依附到被动表面的齿轮系的损坏，机器人控制器的调整轮接口可以包括用于防止该系统传递破坏扭矩量的机构。

[0069] 对于不需要非常大的精确度的应用，机器人控制器可以使用这些停止并且记录在每日操作期间调整轮距初始校准点旋转的数量，以估计表面的当前方向。对于更精确的应用，机器人还可以使用结构化或自然光照相机来分析太阳能表面的下面，以确定它在 3D 空间中的相对方向。在已经获得该信息之后，其被中继到中央处理器以便分析。

[0070] 取决于太阳能应用，可能还有必要在 X、Y 和 Z 坐标中找出太阳能表面的绝对或相对位置。这可以利用具有用于利用太阳能表面场中的三个位置的三角测量系统的板载 GPS 单元来实现。在该第二方法中，机器人控制器可以发射信号并且测量从该场中的每个定义点的时间延迟。使用该信息，可以针对太阳能表面的场中的其他组件确定它的相对位置。

[0071] 中央处理现在可以分析来自校准照相机、位置发现单元、内部时钟的输入并且将其与被动太阳能追踪器 / 定日镜的已知齿轮减速和已知场几何形组合 (610)。来自机器人的内部时钟的输入和发现或已知全球位置可用于计算当前太阳能向量 (611)。来自机器人的校准照相机、位置发现单元、调整轮传感机构的输入和 / 或来自过去调整的历史调整信息可用于近似太阳能表面在 3D 空间中的方向。在一个实施方式中，由调整轮驱动的被动太阳能追踪器或定日镜具有防反向驱动特性。这些系统仅需要一次校准，因为风和其他力不能够在调整之间移动太阳能表面。

[0072] PV 和 CPV 应用可以使用多达五个信息以便合适的重定位。太阳能表面的方向、太阳的位置、相邻追踪器的方向、追踪器之间的距离以及预定义的追踪器区域和太阳能表面的尺寸。标准太阳能追踪算法可以仅需要第一和第二件信息，但是机器人使用其他三个信息来正确地执行反向追踪控制算法。这些算法优化太阳能场以便最小追踪器间阴影，并且因此理解当前由相邻追踪器生成的阴影以及单独的太阳能追踪器将在它的邻居上投射的阴影。在这里通过引用的方式整体并入本文的 Mack, 太阳能工程 :http://www.rw-energy.com/pdf/yield-of-s_wheel-Almansa-graphics.pdf 找到关于反向追踪的更多细节。

[0073] 定日镜应用需要机器人发现从太阳能表面到太阳能目标的向量。这可以通过在全球或相对坐标平面中找到太阳能目标和太阳能表面的位置来实现。在已经计算太阳能表面位置的希望的改变之后，中央处理器分析被动系统的已知齿轮减速以确定应该将被机械地或磁链接到太阳能表面的调整轮旋转多少度 (612)。

[0074] 对于不具有内在摩擦力制动或抗反向驱动特性的被动追踪器或定日镜，主动太阳能表面制动机构可能是必要的。对于这些系统，该机器人控制器在旋转该调整轮之前去激活该制动器。可以利用另一个调整轮致动该制动器。机器人控制器然后可以使用它的调整

轮接口来旋转一个或多个调整轮。在一个实施方式中，机器人控制器具有多个可以被独立地或成群地激活的电磁线圈。该系统能够通过将该线圈作为轴向通量或感应式电动机打火来控制金属或磁调整轮的旋转 (613)。该线圈可以被盲打火或者可以获得来自用于确定调整轮的旋转的即时度数的调整轮传感机构的反馈 (614)。

[0075] 在调整完成之后，如果需要则中央处理器可以发送信号以致动该制动机构。这重接合齿轮制动机构并且防止外力改变太阳能表面的方向直到来自机器人控制器的它的下一个调整为止。作为该过程的最后步骤，机器人控制器可以使用板载接近传感器或过去操作历史来确定它当前是否处于太阳能表面的行的末端 (615)。如果是，则其可以反向移动，直到其到达第一太阳能表面调整点为止 (616)。如果否，则控制器可以重复该调整循环 (617)。还注意到，可能连接机器人传输管道的端部，因而其形成连续的环路。在该实施方式中，机器人控制器将继续循环机器人传输管道直到夜晚或停止以进行维护为止。

[0076] 确定机器人控制器的行为和它的子组件的处理器可以直接位于机器人控制器上，位于中央处理站处或在位于太阳能表面的场中的另一个机器人控制器上。如果处理器不是板载的，则机器人控制器可能需要无线或直接数据链路以接收操作指令。

[0077] 在调整太阳能表面一天之后，机器人控制器可能需要再充电它的板载能量存储机构。它有可能在一天内两次或更多次再充电该系统。

[0078] 可能希望三个或更多个等级的机器人控制器来调整太阳能表面的场。图 6 展示了顶级机器人控制器的操作过程。该机器人可以结合较不复杂的机器人控制器来工作。顶级机器人控制器的目的在于允许位置发现单元和校准照相机从中等级和低等级机器人控制器的去除。在一个实施方式中，太阳能表面的场可以仅使用一个顶级机器人控制器（如果存在）并且因此可以通过从该单元中去除昂贵的组件，极大地降低总的系统和机器人控制器替换成本。

[0079] 图 7 显示了根据本发明的一个实施方式的较不复杂的中等级机器人控制器的操作过程。该单元与图 6 中所述的顶级机器人控制器的主要差异在于该调节器不具有校准照相机或位置发现单元。由用于与其他机器人或中央控制站通信的数据发现单元和用于存储单独的太阳能表面的最后已知方向的数据存储单元承担校准照相机和位置发现单元的功能职责。当中等级机器人控制器首次与被动太阳能表面交互并且不具有以前数据点时，其可以假设该顶级机器人控制器已经正确地“归零”太阳能表面。

[0080] 与顶级机器人不同，中等级机器人控制器从数据存储单元而不是位置发现单元取得它用于调整点的位置的输入 (701)。它还从板载数据存储单元和霍尔效应传感器而不是精确的校准照相机确定太阳能表面的相对方向。数据存储单元存储从零点的调整轮旋转的数量，并且调整轮传感机构用于确定轮旋转的确切度数 (702)。与已知齿轮减速信息组合的该数据可能足以用于中等级机器人控制器来近似太阳能表面在 3D 空间中的方向。由于中等级机器人控制器不具有用于直接确定太阳能表面的确切方向的方法，所以其可以节省对于一个或多个调整轮执行的调整轮旋转的度数，因此其可以在将来的调整中正确地重定向太阳能表面。

[0081] 在调整太阳能表面一天之后，机器人控制器可能需要再充电它的板载能量存储机构。它有可能在一天内两次或更多次再充电该系统。

[0082] 图 8 显示了根据本发明的一个实施方式的较不复杂的低等级机器人控制器的操

作过程。低等级机器人控制器的目的与用于汽车的备用轮胎类似——其仅用于紧急情况。该第三类机器人控制器允许低成本并且快速的风载 (wind stow) 程序。其还允许用于定日镜应用的高速紧急情况散焦程序。该机器人控制器可以具有与图 7 中所述的中等级机器人控制器类似的操作过程,但是其可能仅需要一个调整接口来将被动太阳能追踪器或定日镜移动到该风载位置并且将不需要被长寿命地建立。

[0083] 在紧急程序期间,低等级机器人控制器将不需要知道太阳能表面的当前位置,太阳能表面仅必须被要么 a) 远离它的当前位置移动 2-5 度,要么 b) 被移动到水平风载位置。它可以具有板载风速计以确定当前风速或者可以被连接到向低等级机器人控制器发送信号以开始紧急风载程序的中央网络 (801)。该程序始于机器人控制器移动它自己靠近单独的太阳能表面、停止靠近太阳能表面的调整轮 (605) 并且将调整轮旋转预先确定的旋转数量 (802)。它还可以使用调整轮传感机构 (403) 来确定调整轮是否已经停止旋转 (614)。如果已经停止旋转,则这可以指示低等级机器人控制器已经驱动被动太阳能追踪器或定日镜进入其风载硬停止。

[0084] 用于紧急散焦的过程甚至可以比用于紧急风载的过程更简单。该程序的一个目的在于将定日镜的图像从太阳能目标移开,低等级机器人控制器仅需要能够快速改变多个太阳能表面的位置。

[0085] 图 9 展示了可以被机器人控制器的场用于彼此并且 / 或者与集中式网络通信的一些方法。这些方法包括但不限于:无线数据通信 (901)、直接数据链路 (902)、外部交换机或者通过靠近单独的被动太阳能表面或被动太阳能表面组存储信息 (903)。对于无线数据通信,可以用能够与其他机器人 (301) 或集中式网络通信的电磁频率发射器和 / 或接收器 (904) 装备每个机器人控制器 (905)。

[0086] 对于直接数据传递,可以用可以与其他机器人或集中式数据单元上的触头交互的触头装备每个机器人控制器。当这些系统进行物理接触时,可以从一个设备向另一个设备传递数据。

[0087] 人或机器人现场操作员可以激活顶级、中等级或低等级机器人控制器上与特定预编程动作相对应的特定特征。致动外部、磁性或电磁开关可以启动这些动作。例如如果低等级机器人具有预编程的紧急散焦特征,则中等级机器人可能能够通过运行它并且压下按钮开关来简单地激活它。

[0088] 能够靠近单独的太阳能表面或太阳能表面组存储相关数据也是有用的。在一个实施方式中,靠近太阳能表面放置的 RFID 芯片 (903) 可用于存储关于每个太阳能表面在场中的绝对或相对位置以及这如何对应于每个调整轮的初始位置的信息。这些系统将需要单独的机器人控制器以具有 RFID 写卡器和 / 或 RFID 读卡器。其他用于本地存储数据的方法包括但不限于使用基于半导体、磁和 / 或光的数据存储技术。

[0089] 图 10 显示了具有多个调整轮接口 (302) 的机器人控制器 (301)。增加更多调整接口的目的在于分配最昂贵的板载组件的成本并且通过允许在相同的时间周期上的更频繁的调整来允许太阳能表面 (101) 的更精确的控制。所述实施方式能够一次调整两个太阳能表面;允许该设计将用于给定的太阳能表面的场的启动停止循环的数量减小一半。

[0090] 图 11 显示了能够在不停止调整站的前提下控制调整轮的机器人控制器 (301)。该系统可以利用基于接触、磁或电磁的齿轮和齿条系统来控制调整轮。机器人接口概念性地

作为齿条 (1101) 并且调整轮 (102) 作为齿轮 (1102)。随着机器人行驶经过调整轮, 其可以致动它的概念化的齿条接口因而其物理地、磁地或电磁地与调整轮的一个边缘耦合。在耦合之后, 可以直接将机器人控制器的线性运动转换成调整轮的旋转。机器人控制器可以第二次致动它的接口 (1101) 以将它自己与调整轮齿轮 (1102) 解耦合。机器人控制器可以通过仔细地监视它的速度以及它的调整接口与调整轮耦合的时间, 精确地控制调整轮的旋转。例如, 如果机器人控制器以 1 米每秒的速度移动并且与直径为 3.18cm 的调整轮 (周长为 10cm) 的边缘接合 1 秒钟, 则它将旋转调整轮近似 10 次。

[0091] 机器人控制器可以利用长的传感器带 (403), 该长的传感器带 (403) 测量轮旋转的即时度数以确认调整轮 (102) 已经被接合并且正确地旋转。不停止或者与单独的太阳能表面进行物理接触的机器人控制器如果以 5MPH 的恒定速度移动则可以正确地重定位高达 1.2MW 的光电模块。

[0092] 图 11 中所述的机器人控制器使用长排的独立致动的电磁铁 (401) 来控制调整轮的方向。当这些电磁铁处于 (N-S-N-S-N-S) 配置中打开时, 它们能够通过简单地行驶经过调整站来旋转 4 极性磁调整轮 (N-S-N-S)。该磁齿条系统将机器人的线性运动转换成调整轮的旋转运动。

[0093] 图 12 显示了在具有大量太阳能表面 (101) 的场中如何布线机器人传输管道 (106)。该机器人传输管道可以被不透气地密封以防止大的物体、水和灰尘进入机器人控制器。在所述实施方式中, 每个被动太阳能追踪器或定日镜具有单独的基座并且机器人传输管道仅必须支撑机器人控制器的重量。

[0094] 该图展示虽然单独的机器人控制器可以正常地调整太阳能表面的特定的行, 但是其可以利用板载驱动电动机来使它自己返回中央站以便维护 (1201)。轨道布线的该形式还允许现场操作人员通过将两个或更多个机器人控制器插入到中央站来容易地布置机器人控制器的场。该中央站还可用于充电或维护目的。

[0095] 图 12 还展示可以冗余地使用的额外机器人控制器 (301)。在一个实施方式中, 一个或多个备用机器人控制器被放置在中央站。在机器人故障的情况下, 备用机器人控制器可以将它自己驱动到轨道的合适段, 推动故障的机器人到管道的末端并且重返分配给故障的机器人的太阳能表面。如果故障的机器人没有恒定地向中央数据系统中继它的分配太阳能表面的位置, 则可能需要备用机器人来运行图 6 中所概述的初始重校准过程。如果该信息被准确地中继到中央数据系统, 则备用机器人可以重开始该故障机器人停止调整的操作。

[0096] 在太阳能表面的场不具有中央机器人收集系统的情况下, 可以将两个或更多个机器人放置在轨道的一个段中。这两个或更多个机器人可以建立恒定的数据传递链路。一个机器人可以承担日常操作 (1202) 同时另一个机器人作为冗余机器人 (1203) 以防止由于故障的控制器不能够正确地重定位太阳能表面的调整轮而导致的功率损失。

[0097] 图 13 显示了用于机器人控制器 (301) 的气候控制系统的一个实施方式。该系统可以包括但不限于包括以下组件: 风扇 (1301)、散热器 (1302)、主动热泵、珀尔帖装置 (Peltier device)、电热器、通风系统、制冷器、湿度控制系统、湿气传感器、温度传感器和空气过滤器。这些气候控制组件也可以被卸载到密封的机器人传输管道上, 因而该系统可以保持一致的环境, 该一致的环境延长机器人控制器的关键故障组件的寿命。

[0098] 使用电池、电容器、超级电容器或其他形式的能量存储器来降低安装复杂度和总体系统成本可以是有用的,因为单个电池可以替换一英里的电气化轨道。图 14 显示了本发明的一个实施方式,该实施方式利用无线功率传递接口对机器人控制器上的能量存储机构充电。可能希望无线充电机构,因为它们不需要暴露的触头来向机器人控制器传输功率。然而,对于机器人控制器而言无需具有板载能量存储源,并且其可以由电气轨道系统供电或由轨道感应式地供电。

[0099] 位于机器人传输管道上的任意位置处的感应式充电站 (1401) 能够通过生成振荡电磁场,向机器人控制器传递能量。位于机器人控制器 (301) 上的感应线圈环 (1402) 能够捕获该能量并且将其存储在板载能量存储机构中。可以由机器人控制器利用其他功率传递形式包括但不限于:静电感应、电磁辐射和电传导。

[0100] 图 15 显示了用于机器人控制器的板载诊断和质量保证系统的操作过程。机器人控制器可以持续执行该过程的方案以允许现场或远程操作员确定场的即时健康。可以每日、每周、每月或者按需开始整个该过程或者该过程的一些方案,以允许现场操作员执行该系统的预防性维护。具体地,机器人控制器的诊断系统可以确定:a) 由关键组件的状态定义的单独的机器人控制器的总体健康 (1501),b) 机器人传输管道的健康 (1502),c) 被动太阳能追踪器或定日镜的健康 (1503),和 d) 单独的 PV 或 CPV 表面的健康 (1504)。

[0101] 该过程可以始于机器人控制器向中央处理系统或网络中继全部保存的操作数据 (1505)。该数据可以包括但不限于:内部和外部传感器上的历史温度和湿度读数、来自现场或现场外监视系统的历史气象数据、来自全部板载组件的历史电流和电压读数以及来自板载能量存储机构的 SOC/SOS 读数。诊断系统然后可以将该信息与过去操作数据比较 (1506) 并且与预定义安全操作范围比较 (1507)。不规则分析可用于确定单独的组件的当前健康并且 / 或者执行机器人控制器的预防性的维护 (1508)。

[0102] 为了确定机器人传输管道的健康 (1502),机器人控制器可以访问来自能够检查轨道的物理特征的板载照相机或者接近度传感器的数据 (1509)。如果发现任意异常如物体伸到轨道中、在一段轨道中的大量灰尘堆积、一巢虫子或者轨道上允许外来物体进入的穿孔,则机器人控制器可以向现场或远程操作员发送信号 (1510)。现场或远程操作员可以访问来自机器人控制器的照相机反馈的实况视频以便更好地评估维护状况。

[0103] 为了确定被动太阳能追踪器或定日镜的健康,机器人控制器可以访问通过调整单独的追踪器生成的数据日志 (1511)。其然后可以访问该测量旋转调整轮所需要的输入扭矩 / 电流的量的数据日志 (1512) 并且理解该度量如何随时间改变。如果机器人使用电磁接口,则可以通过记录在调整期间向该接口传递的平均电流来确定该扭矩度量。在一个实例中,如果诊断系统认识到通常需要 95+/-6 安培的被动太阳能追踪器在正常操作条件期间突然开始需要 320+/-20 安培来调整,则其可以认为该单独的被动追踪器是功能失调的并且向现场维护工作人员发送警告 (1513)。机器人控制器还可以使用基于视觉的系统来检查并且分析单独的太阳能追踪器或定日镜的健康。该视频输入可以被直接中继到现场操作员以评估追踪系统的健康。如果被动追踪器的扭矩 / 或电流读数处于可接受的范围内,则可以针对机器人的控制域之下的每个被动表面 (101) 重复该过程的该部分 (1503)。

[0104] 为了自动地确定单独的 PV 或 CPV 表面的健康 (1504),机器人控制器可以首先将单独的追踪器移动到它的最佳方向 (1515)。其然后可以与能够监视中央变流器、汇流箱或太

阳能模块的单独的串的功率输出的设备通信 (1516)。由于在单个时刻在机器人控制的系统中模块组中可能仅有一个模块可以被致动,所以功率输出读数应该保持相对恒定。在已经建立数据链路之后,机器人可以执行搜索算法 (1517),其中在该搜索算法中机器人螺旋形地移动被动表面同时监视系统输出。机器人然后记录最大功率点 (1518) 并且调整追踪器,因而其不再面对太阳 (1519)。诊断系统可以测量中央变流器、汇流箱或串等级输出的改变 (1520)。该信息可用于通过测量中央变流器、汇流箱或串等级输出中的确切差异并且将该差异与模块的额定输出比较 (1521) 以计算退化百分比 (1522) 来确定单独的模块的退化百分。如果没有检测到改变,则这可以指示单独的太阳能表面 (101) 无助于 PV 或 CPV 系统的总输出。该模块可以被归类为有缺陷的并且机器人控制器可以使用它的调整接口来将该表面放置到特殊配置中以便警告现场维护工作人员潜在的问题 (1523)。如果退化百分比处于可接受范围内,则可以针对机器人的控制域之下的全部表面重复该子过程 1504 (1524)。

[0105] 机器人控制器还可以包括预编程算法和安全特征以保护它自己免受偷窃和 / 或反向工程。板载控制器和数据存储单元可以被加密以防止对控制协议和存储在机器人上的数据的访问。另外,可以存在用于检测对机器人的未授权访问 (包括试图开启机器人控制器) 的传感器。控制器可以通过通知远程操作员并且 / 或者擦除控制算法和操作数据来响应该动作。在布置时,可以利用每个机器人的布置位置和唯一识别号来初始化每个机器人。如果机器人、现场操作员或远程操作员检测到机器人不再处于分配位置中,则可以采取合适的动作来获取丢失的或失窃的机器人控制器。

[0106] 虽然本文说明并且描述了本发明的具体实施方式和应用,但是要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的配置、操作和细节中做出各种各样的改进、改变和变形。

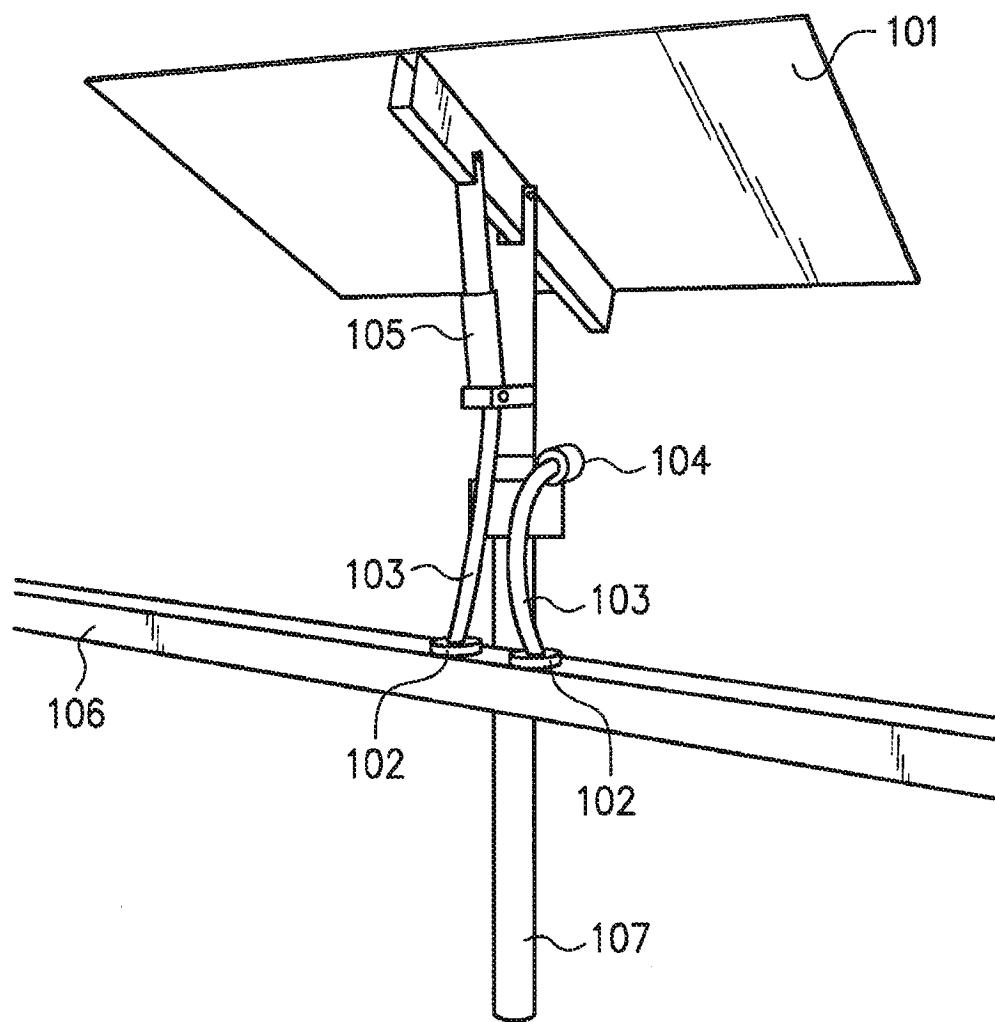


图 1

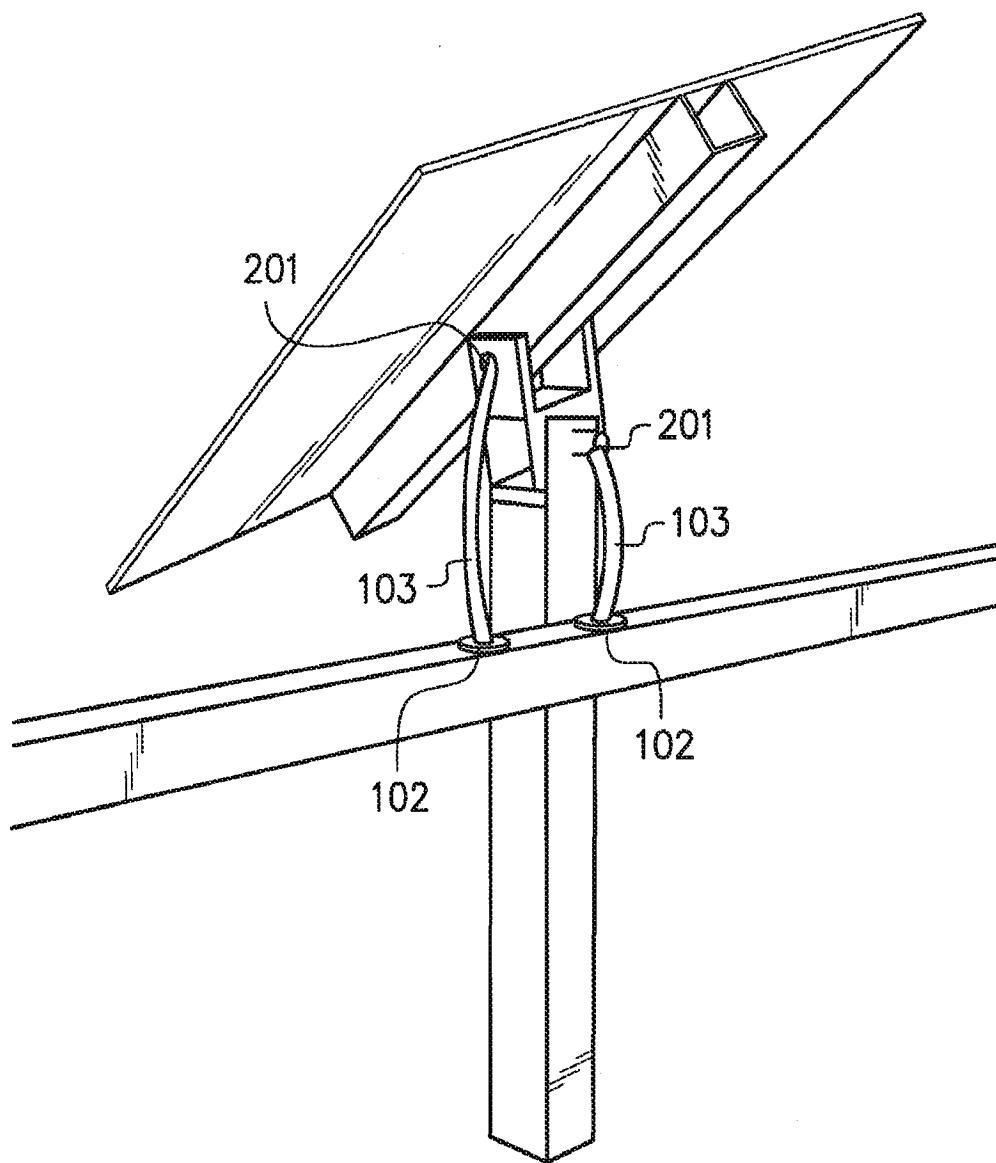


图 2

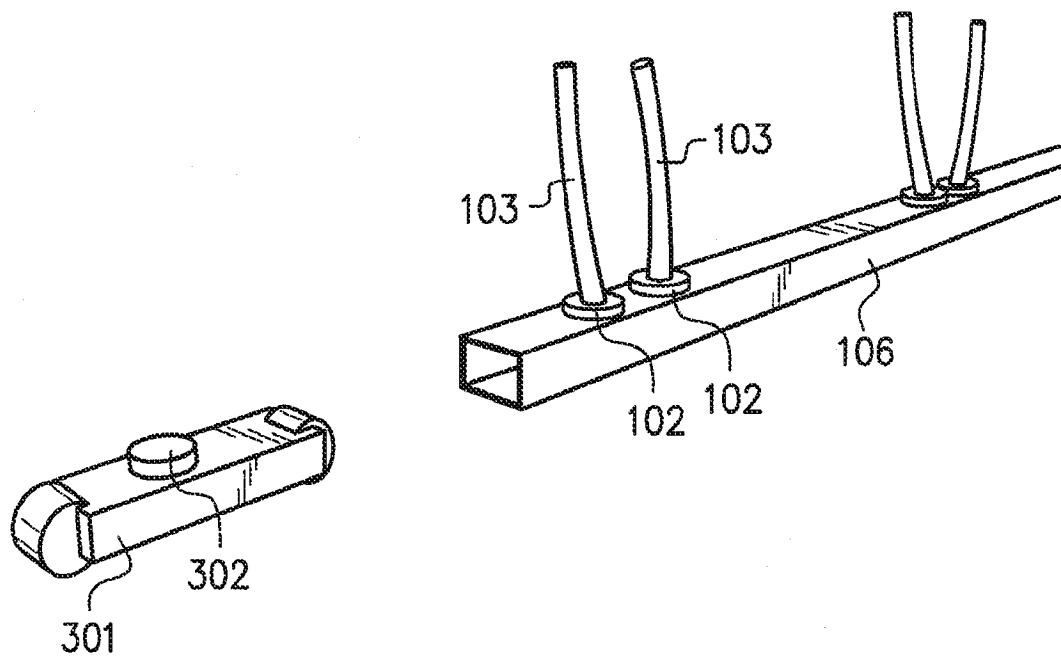


图 3

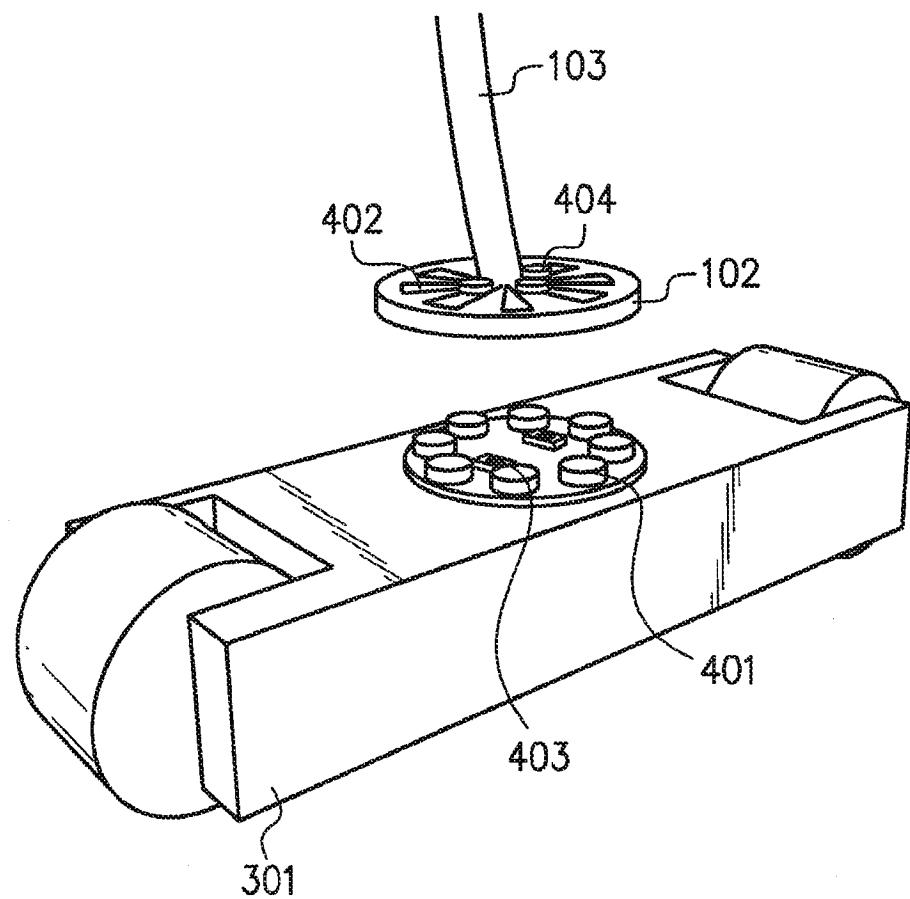


图 4

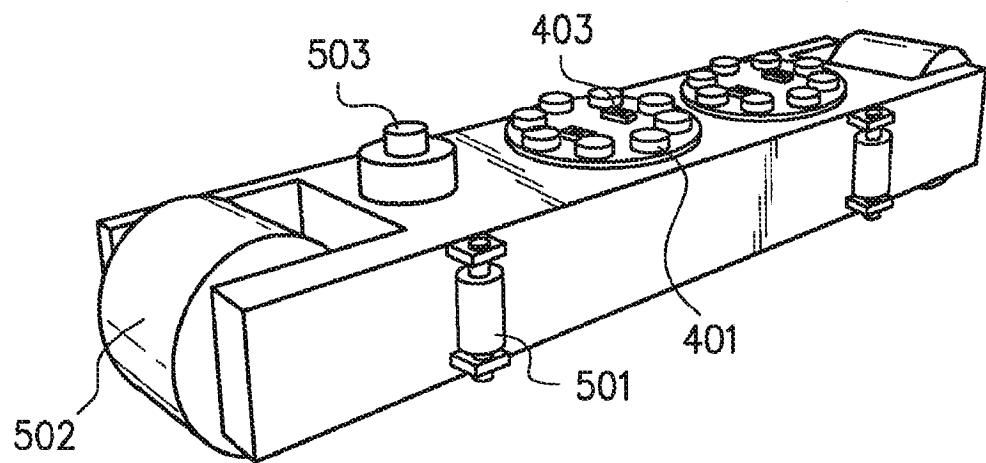


图 5

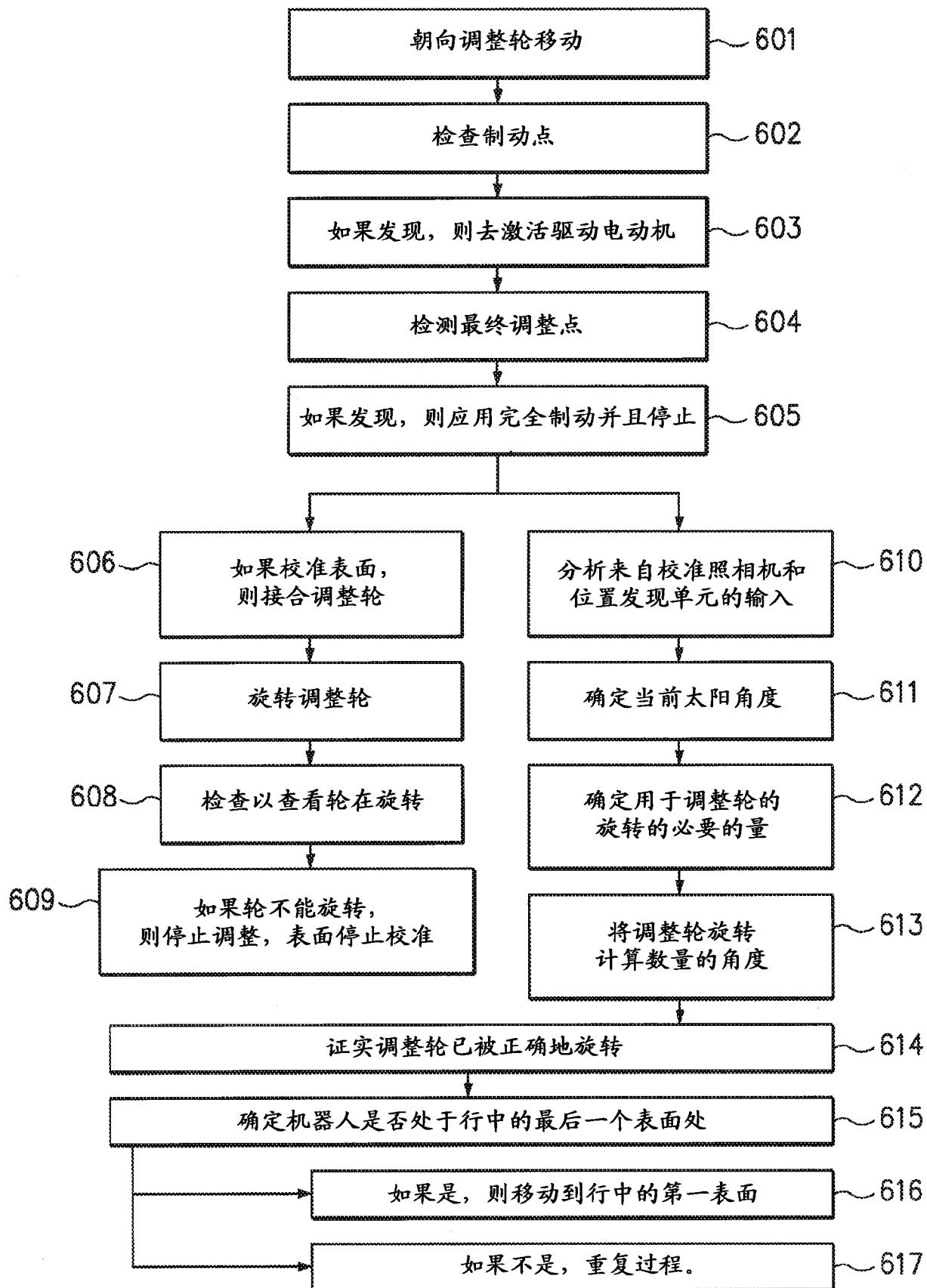


图 6

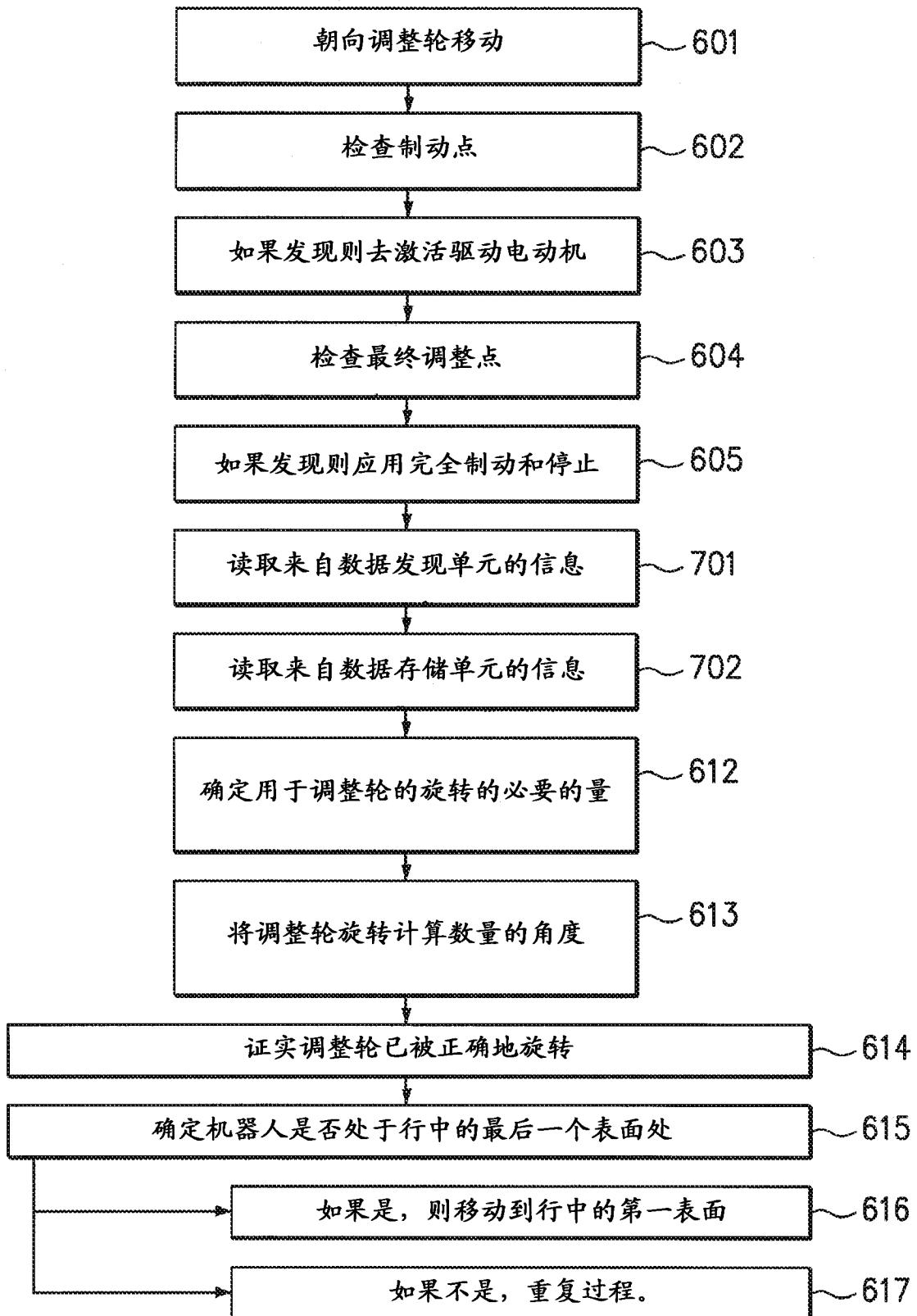


图 7

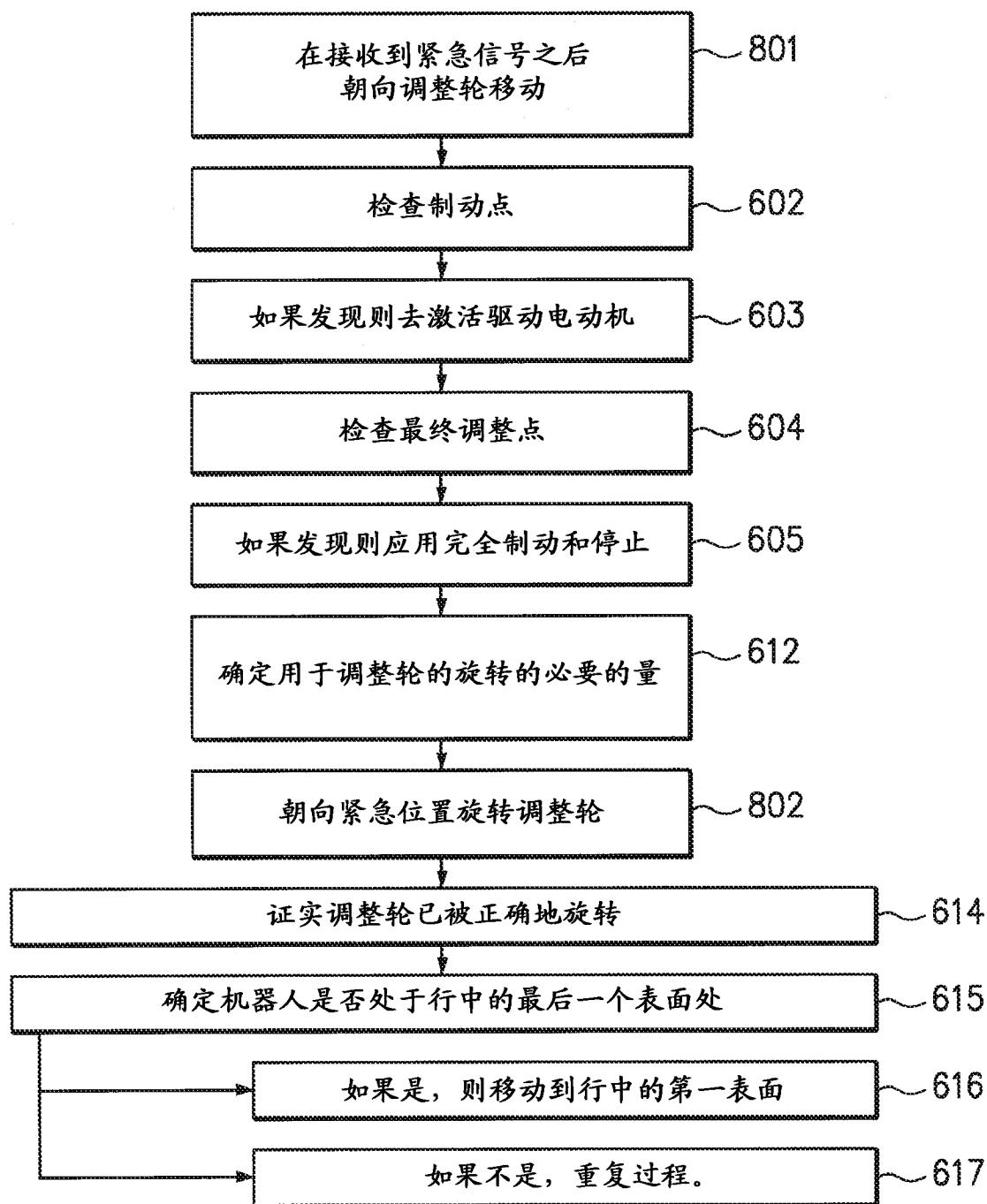


图 8

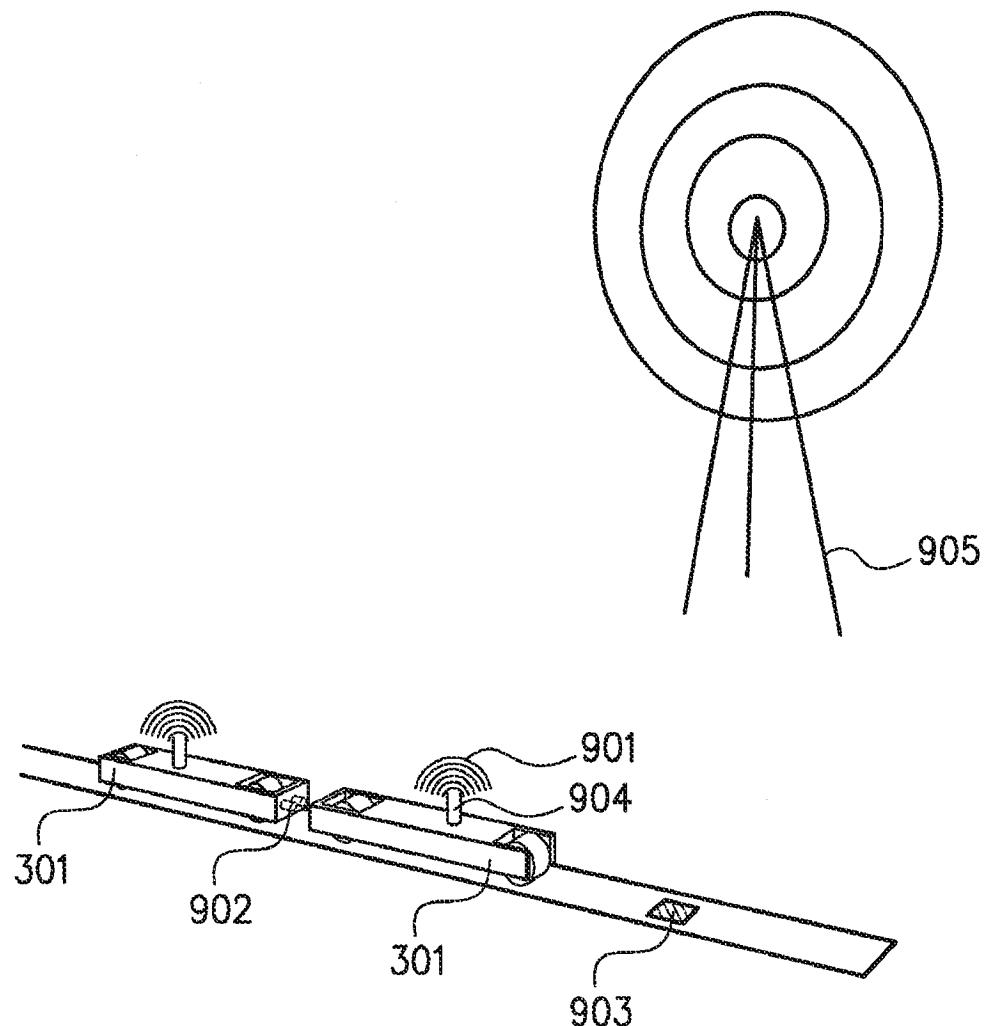


图 9

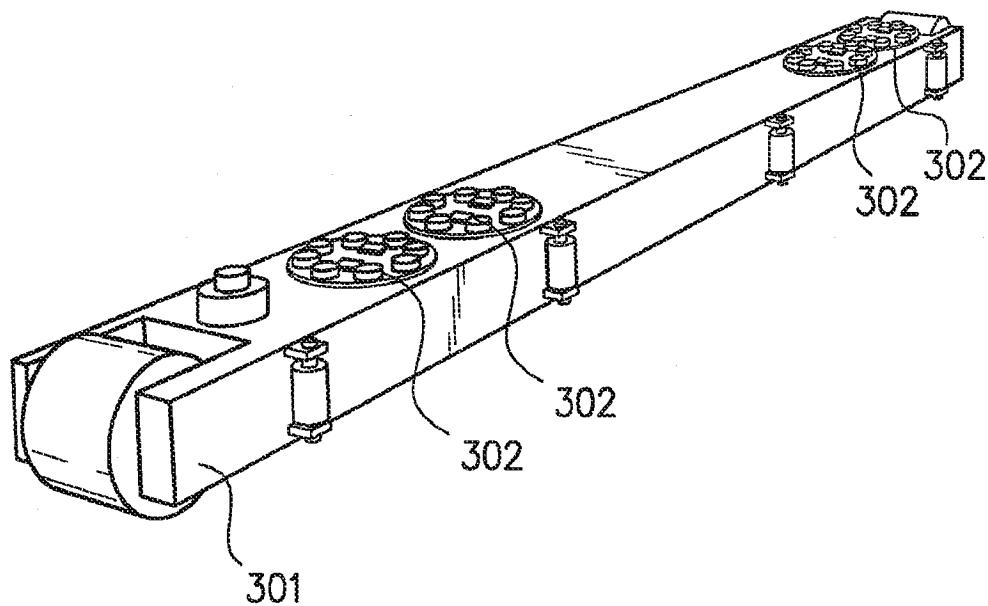


图 10

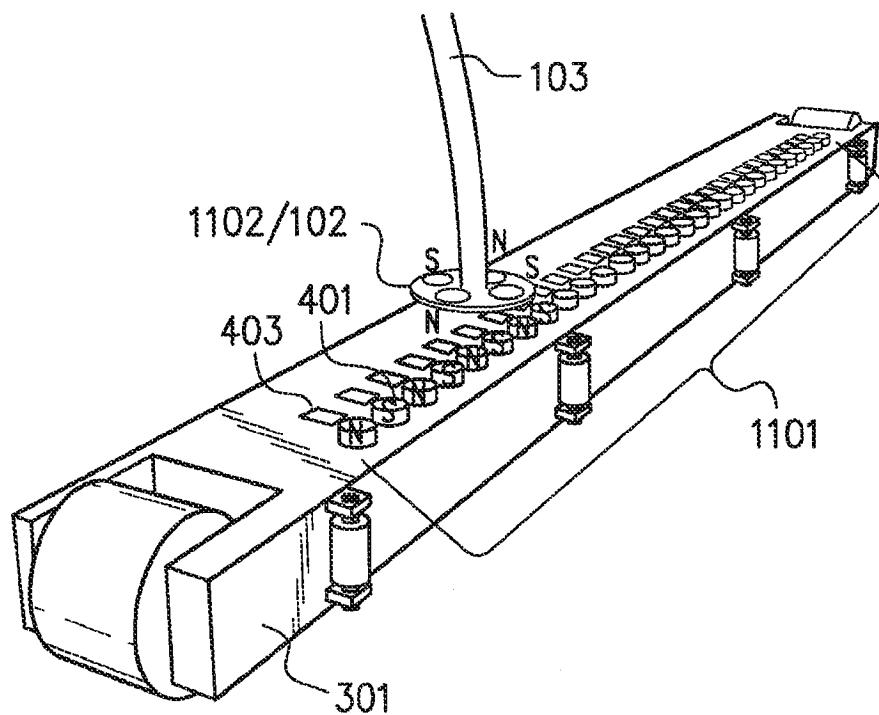


图 11

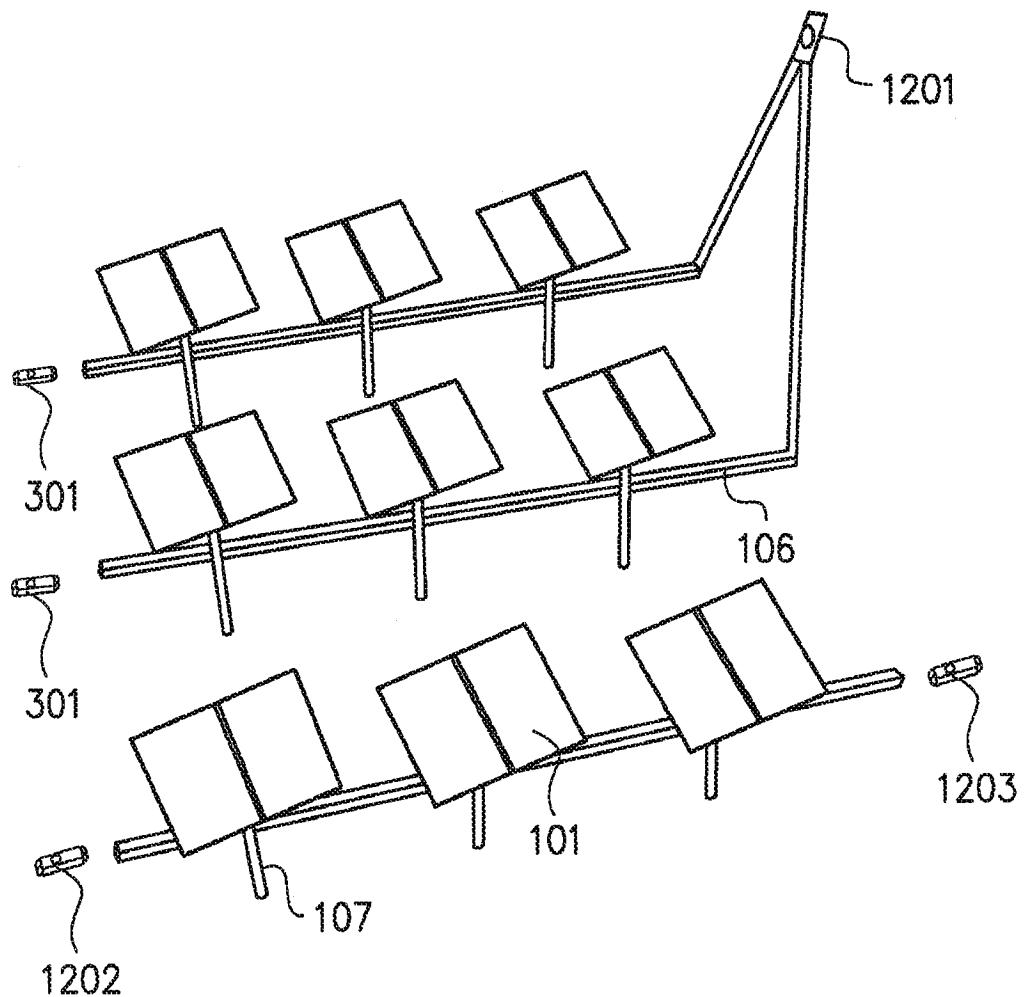


图 12

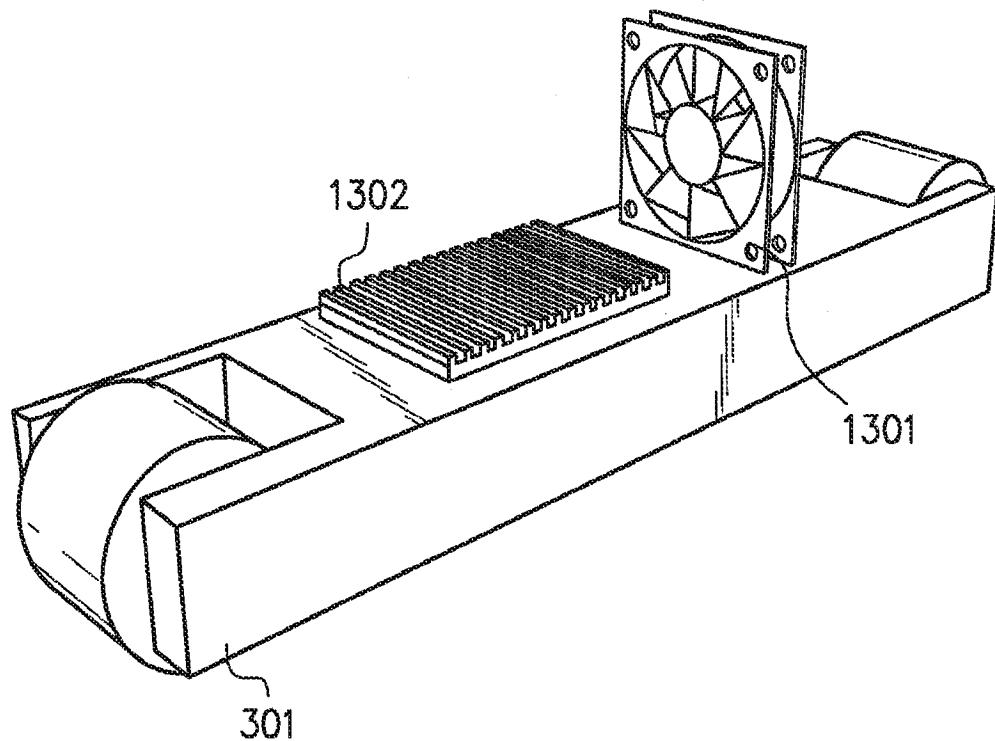


图 13

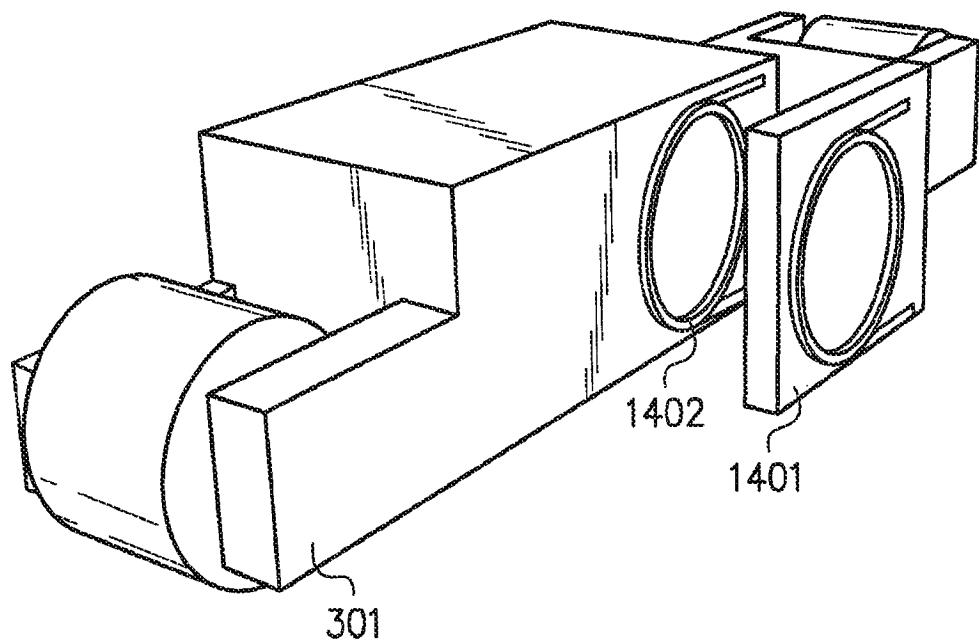


图 14

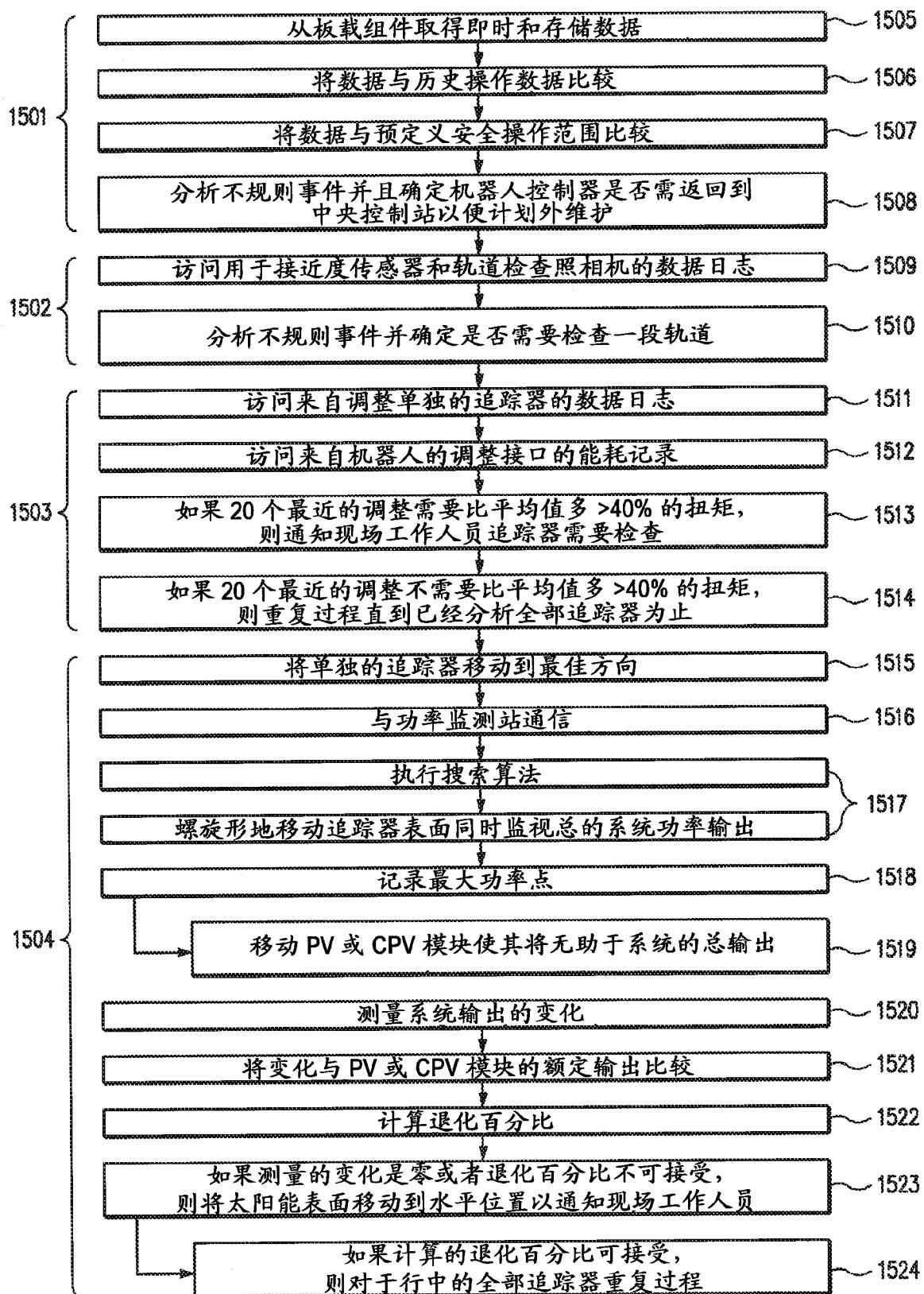


图 15