



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1974185 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 14

(21) 申请号 200610132167. 9

B28B 1/00(2006. 01)

(22) 申请日 2006. 10. 12

B22F 3/105(2006. 01)

(30) 优先权数据

11/289, 013 2005. 11. 29 US

(56) 对比文件

US 5248249 A, 1993. 09. 28, 全文.

EP 0376571 A2, 1990. 07. 04, 全文.

(73) 专利权人 3D 系统公司

地址 美国加利福尼亚

审查员 宋加金

(72) 发明人 D·F·亨特 G·L·雷诺兹

B·瓦尔斯特龙

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 朱德强

(51) Int. Cl.

B29C 67/00(2006. 01)

B29C 41/34(2006. 01)

B29C 41/46(2006. 01)

B29C 41/52(2006. 01)

B29C 31/02(2006. 01)

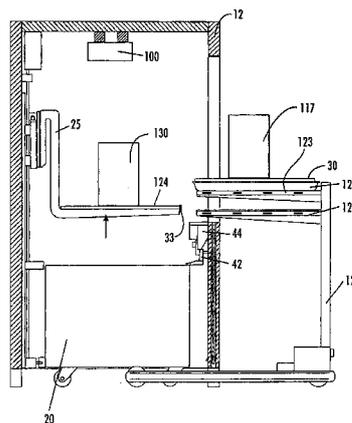
权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图 17 页

(54) 发明名称

改进的快速造型和制造系统及方法

(57) 摘要

一种光固化立体造型设备,其具有:带有计算机控制的加热元件的树脂大桶,所述加热元件响应于热敏电阻,用于控制树脂大桶的预热;用于支撑和可释放地保持造型平台的升降机组件,所述造型平台可移除地连接到光固化立体造型设备框架上,以便支撑造型平台的升降机架可以释放到大桶中,并与大桶一起从光固化立体造型设备中移除;以及重新涂覆器刀片,所述重新涂覆器刀片可以用手移除和精确地安装,由此提供了所有沾湿的部件可以快速高效地移除和安装,能够将用过的树脂快速更换成新的树脂,并且使光固化立体造型操作之间的设备停机时间减到最小。



1. 一种在光固化立体造型设备中用于容纳液态树脂的大桶,其中所述光固化立体造型设备包括限定光固化立体造型腔室的壳体,所述大桶包括:

- a) 多个轮子,用于允许所述大桶选择性地滚入和滚出所述光固化立体造型腔室;
- b) 用于加热所述树脂的至少一个加热元件,所述加热元件可操作地连接到所述大桶上;
- c) 可操作地连接到所述大桶的至少一个热响应元件,用于指示所述加热元件附近的树脂温度和树脂工作表面的温度;
- d) 向响应所述热响应元件的控制器传递数据的数据端口;和
- e) 响应于对树脂施加热量的控制器而接收用于所述加热元件的功率的功率端口,其中当所述大桶位于所述光固化立体造型腔室之外时,所述至少一个加热元件加热树脂。

2. 如权利要求 1 所述的大桶,其中所述至少一个加热元件位于所述大桶的底部外壁上,通过大桶壁向树脂供热。

3. 如权利要求 1 所述的大桶,其中所述至少一个加热元件包括嵌入到硅酮基体中的电阻丝。

4. 如权利要求 1 所述的大桶,其中所述热响应元件包括热敏电阻。

5. 如权利要求 4 所述的大桶,其包括两个热敏电阻,一个热敏电阻位于所述至少一个加热元件附近,另一个位于所述大桶的内侧上部附近。

6. 如权利要求 1 所述的大桶,还包括在操作上与大桶相关的升降机子组件以支撑光固化立体造型平台,所述大桶升降机子组件适于可升降地连接到光固化立体造型腔室中的升降机子组件上以及可移除地从光固化立体造型腔室中的升降机子组件上释放,由此所述这些子组件连接以提升和下降造型平台并释放以移除所述大桶和所述大桶升降机子组件。

7. 如权利要求 1 所述的大桶,其中所述数据端口和功率端口包括单个端口。

8. 如权利要求 1 所述的大桶,其还能可移除地插入所述光固化立体造型腔室内,在所述光固化立体造型腔室中激光束扫描液态树脂的工作表面,所述加热元件在大桶插入所述光固化立体造型腔室之前加热所述液态树脂。

9. 如权利要求 1 所述的大桶,其中当所述大桶位于所述光固化立体造型腔室之内时,所述加热元件加热树脂。

10. 如权利要求 1 所述的大桶,还包括当所述大桶位于所述光固化立体造型腔室之外时在所述大桶内的专用大桶升降机子组件。

11. 如权利要求 1 所述的大桶,其中所述热响应元件和所述控制器将树脂的工作表面保持在所希望的设定点温度。

12. 如权利要求 1 所述的大桶,其中所述热响应元件和所述控制器防止树脂过热或热降解。

13. 如权利要求 1 所述的大桶,其中在所述大桶安装到所述光固化立体造型设备的壳体中之前,将树脂加热到稳定状态。

14. 如权利要求 1 所述的大桶,还包括在加热期间位于所述大桶的顶部上并在所述大桶安装到所述光固化立体造型设备的壳体中时从所述大桶的顶部移除的盖。

改进的快速造型和制造系统及方法

[0001] [001] 本申请是 2005 年 9 月 30 日提交的待审美国申请序列号 11/240,821 的部分继续申请。

背景技术

[0002] [002] 本发明涉及快速造型和制造 (“RP&M”) 生成三维物体的方法和设备, 尤其涉及对 RP&M 系统的生产率和效率的改进。

[0003] [003] RP&M 是用于形成三维物体或固体图像的技术领域的名称。一般而言, RP&M 技术利用表示待形成的物体的连续横截面的数据由构造介质一层一层地构造三维物体。计算机辅助设计和计算机辅助制造系统, 通常被称作 CAD/CAM 系统, 通常为 RP&M 系统提供物体视图。RP&M 的三个主要模式包括光固化立体造型、激光烧结和固体图像的喷墨印刷。

[0004] [004] 激光烧结由热熔性粉末的薄层构造固体图像, 热熔性粉末包括陶瓷、聚合物和涂有聚合物的金属, 足够的能量施加到这些物体上以固化这些层。喷墨印刷是当这些粉末与粘合剂组合时由固化的粉末构造固体图像的过程。光固化立体造型是这里主要针对的主题, 其用一般为树脂的可聚合的液体薄层构造固体图像。

[0005] [005] 光固化立体造型和激光烧结系统通常通过激光的调制和精确定向控制来供给能量, 用于生成和构造三维物体的薄的横截面。激光对粉末层或液体构造介质层的目标区域施加能量。薄的目标层被称为构造介质的工作表面。传统 RP&M 激光系统利用扫描系统定位激光束, 该扫描系统具有由控制计算机定向的电流计驱动镜 (galvanometer-driven mirrors)。该镜响应 CAD/CAM 程序使激光束偏转, CAD/CAM 程序已经被嵌入 STL 程式, 并切分到横截面数据文件中, 这些数据文件合并形成构造文件。

[0006] [006] 在光固化立体造型中, 三维物体由多个可聚合液体薄层的连续固化形成, 薄层彼此叠置, 直到所有的薄层连接在一起形成三维物体。每个层表示需要的三维物体的薄的横截面。可聚合液体泛指“树脂”, 树脂层的凝固被称为固化。实用的构造介质典型地包括通常用紫外光足够快地固化的树脂。紫外线激光器生成小且强的光点, 光点利用 x-y 扫描仪中的电流计反射镜以预定的图案在液体表面上移动。扫描仪由计算机产生的向量等驱动。该技术可迅速地生成精确的复杂图案。

[0007] [007] 典型的光固化立体造型系统包括激光扫描仪、用于容纳树脂的大桶、物体支撑平台以及控制计算机, 所述物体支撑平台能够在桶中被提升和降低。计算机自动地控制所述系统以制成塑料部件, 每次在物体支撑平台上形成一个薄的固化树脂横截面, 并一层接一层地构造所希望的三维物体。物体支撑平台支撑固化层, 并停留在液态树脂表面下方一层厚度的距离处以限定工作表面。激光固化工作表面处的液态树脂的选定部分, 以固化下一层。计算机控制该系统用新的树脂重新涂到固化树脂的表面, 并成千上万次重复这些步骤, 直到完成所希望的物体。要构造的物体或多个物体和步骤的完成过程有时被称为“造型”。操作者从树脂大桶上移除造型, 以清洁和根据需要进一步固化。保持在大桶中的液态树脂保持可用的状态, 只要它没有被悬浮的少量固化树脂严重污染。

[0008] [008] 用新的树脂重新涂敷固化树脂层的一个方法需要使平台“深深浸渍”在液态

树脂中。平台竖直降低到低于树脂槽表面一段大于所希望的层厚的距离处,以用新的液态树脂涂覆固化层。所述系统提升平台至树脂表面下的一层厚度处。过多的液态树脂流走,靠重力使树脂平整为单个层厚度。之后,激光对工作表面施加能量。

[0009] [009] 平整薄层的等待时间是变化的,这取决于几个因素,这些因素包括可聚合液体的粘度、层厚度、部件几何形状、横截面等等。一些最新的树脂比已有的树脂能够更迅速地平整。可以利用有时被称为 Zephyr 刀片的刮片或真空辅助刮片来辅助平整,以扫掠树脂表面,涂覆新的树脂,比靠重力更加迅速地除去过多的沉积物,在容纳树脂的大桶中平整树脂工作表面。刀片用来重新涂覆凝固层,通常被称为“重新涂覆器”。

[0010] [010] 已经提出了各种改进来提高 RP&M 技术完成的效率,包括改进激光系统以更有效地利用激光和更精确地成像,改进构造介质,减小固化时间,控制大桶中的树脂液面等等。所希望的是,进行附加的改进,能够使光固化立体造型系统在更小的时间内生成更多的物体,而且精确性更大,人为干预更少。

发明内容

[0011] [011] 本发明提供了对快速造型和制造系统的几个改进,能够无人参与地构造三维物体。两个三维物体造型可以从单个构造介质的相同位置处按次序一个接一个地完成,在第一造型开始之后不需要有操作员在场。系统不需要操作者参与第一造型的完成及其从构造介质的移除、第二造型的开始或第二造型的完成。虽然系统能用于单个造型,但是该系统允许操作者回来参与到具有两个依次构造的物体、等待卸载、清洁以及根据需要进一步固化的系统中。

[0012] [012] 本发明的系统可以用于具有单个能源的多个腔室单元,以便可以一次完成一个以上的造型,每个造型之后是无人参与的第二造型。在单个第一造型中完成的物体以及在第二造型中完成的物体可以具有相同或不同的设计,用于第二造型的构造介质与第一造型相同。在相邻的腔室中同时完成的物体,这些物体是无人参与造型过程中的第一造型或者第二造型,通常由同一构造介质制备,但不是必须的,只要使适当的机械和过程调节能够实现固化即可。

[0013] [013] 本发明能够减少改变树脂所需要的时间,提供了用于从系统上除去所有树脂沾湿部件以及安装新的部件的设备和方法,所述新的部件使用维持在工作温度或工作温度附近的新的树脂,新的树脂可以是与除去部件的树脂不同的树脂。因此,本发明避免了用于交换树脂大桶和启动另一个光固化立体造型过程的过长的停机时间。

[0014] [014] 在本发明实施例的更具体的细节中,本发明提供了用于光固化立体造型的设备和方法,该设备包括:壳体,所述壳体具有用于支撑、提升和降低所构造物体的支撑平台的升降机;用于容纳液态树脂的大桶,物体用所述液态树脂构造;用于凝固液态树脂的选定薄层的能源;用于无人参与地从升降机移除第一造型的小车;和用于控制升降机、能源、小车和大桶中的树脂液面的控制系统。

[0015] [015] 在更具体的实施例中,升降机包括升降机部件的第一和第二子组件。第一子组件与树脂大桶相关联,并可以与大桶一起被装入光固化立体造型壳体中的腔室内,也可以从该腔室中移除。升降机部件的第二子组件固定在光固化立体造型壳体腔室中。第一和第二子组件相互连接,以形成整个升降机组件,它们也可以分别称之为大桶升降机子组件

和腔室升降机子组件。

[0016] [016] 大桶升降机子组件包括用于连接到光固化立体造型壳体腔室升降机子组件中的升降机驱动盘的升降机连接支架。连接支架具有用于可释放地接合到升降机驱动盘上的支撑杆的吊钩和用于接收升降机驱动盘上的定心销的接收器,所述定心销使连接支架准确地与树脂工作表面的 x 、 y 水平面对齐。

[0017] [017] 连接支架固定地支撑在升降机框架上,升降机框架竖直延伸,以致能够容易地下降到树脂大桶内以及容易地从大桶提升出来。升降机框架还大体上水平地延伸,用于提供一对升降机叉,以支撑和固定物体支撑平台。物体支撑平台由这些叉和从这些叉的后部的每一侧向外水平地延伸的臂支撑。平台通过在叉前部的可释放地接合的闩锁构件固定到叉上。闩锁构件通过弹簧偏压的闩锁连杆致动。当升降机提升到树脂上方足够高的地方,闩锁连杆可操作地接合升降机支撑件上的斜坡,以释放闩锁构件,由此从闩锁接合中释放平台。

[0018] [018] 如果需要的话,用于从升降机除去第一造型的小车可以通过计算机控制操作,在升降机上安装新的物体支撑平台。支撑平台可以下降到用于无人参与的第二造型的大桶中。完成造型后,升降机提升,以从排放的树脂中移除在造型中完成的三维物体和平台。装有在下文被称为自动卸载车的小车,以准确地进入壳体内,与树脂大桶相接。伸缩臂在计算机控制的指令下延伸,以接合和移除第一造型以及相关联的支撑平台,根据需要,伸缩臂也可以延伸来安装用于第二造型的新的平台。

[0019] [019] 在更进一步的实施例中,本发明包括用于平整树脂的重新涂覆器组件,其可由计算机控制,用于保持与树脂表面上的工作表面的平行。重新涂覆器组件包括重新涂覆器刀片和用于刀片的托架,所述托架可以在三个方向 (y 、 z 和 θ) 中的任一方向上进行调节:1) 重新涂覆器组件在树脂表面上移动的水平 y 轴方向,2) 上下移动的竖直 z 轴方向,用于提供在重新涂覆器刀片的底部与树脂的工作表面之间的刀片间隙和从大桶中移除重新涂覆器组件,和3) 平行于 y 轴的旋转 θ 轴,用于使刀片保持与整个 y 轴移动方向上的树脂表面平行。 x 、 y 平面对应于树脂的工作平面。

[0020] [020] 在重新涂覆器的整个行程中,重新涂覆器刀片与树脂工作表面保持在同一距离上。重新涂覆器刀片沿轴“ z ”竖直移动,并且绕纵轴 θ 旋转,纵轴 θ 平行于重新涂覆器移动的轴“ y ”并与其间隔开,以使重新涂覆器的端部与树脂表面始终保持同一距离,刀片始终平行于树脂表面。本发明的该实施例校正了机械误差,减小了三维产品中的误差。机械误差起因于机械系统中的不均匀度,在过去,机械系统必需对重新涂覆系统进行繁重的调节。

[0021] [021] 提供有重新涂覆器的计算机控制,该计算机控制响应在启动与树脂表面相接触的激光之前获得的在重新涂覆器的底部与树脂工作表面之间距离的数据集。安装在重新涂敷器托架壳体内部的传感器为计算机提供该数据。该传感器位于沿刀片长度方向 (x 轴) 移动的运动系统上。传感器在两个固定位置 x 处在树脂工作表面的 x 、 y 水平面上方工作,在邻近大桶边缘的重新涂敷器的每一侧各有一个固定位置 x ,以在重新涂敷器移动的多个点 y 处获得数据。重新涂敷器在各端部具有向下变薄的脚部,即刀片空隙感测脚部,传感器确定距此脚部的距离。可以正确地确定传感器到脚部底部的距离,因为向下变薄的脚部的顶部到脚部底部的距离是已知的,可以将该距离加入到传感器确定的脚部的向下变薄部

分的顶部的距离。传感器位移一段微小的距离 x ，以获得树脂的工作表面的距离的读数。计算到工作表面的距离与到重新涂敷器的底部的距离之差，存储树脂大桶每一侧的数据。计算机根据所使用的特定树脂的经验数据，设定 z 轴的刀片空隙。重新涂敷器绕 θ 轴旋转，沿 z 轴提升或下降，在各端与工作表面保持一恒定的距离，以使刀片空隙保持不变。因而，可以考虑并纠正机械和定位误差，这些误差包括重新涂敷器移动所沿的轨道误差。

[0022] [022] 在无人参与的顺序构造模式中在两次造型之间不需要改变重新涂敷器，重新涂敷器设置成无论何时安装新的树脂大桶，都可以用手准确定位和容易移除、更换，而不需要工具。重新涂敷器固定地连接于每端的托架上。可以使用磁铁。

[0023] [023] 要在两条路线上确认刀片的正确方向。在刀片的各端包括有不同形状的对齐销，用于放置在重新涂敷器托架壳体上的相应插槽中。在重新涂敷器托架的各端包括有触点，所有的触点必须被激活，从接近开关产生信号，以表示刀片被正确地放置在托架壳体上。重新涂敷器一般为真空辅助型的，在刀片上设有一真空槽和用于从托架伸出的软接头的埋头孔，只要正确地将刀片定位在托架上并形成真空，就可以通过该软接头建立真空连通。

[0024] [024] 本发明的设备和方法可应用于与单个激光器一起操作的单个树脂大桶或两个或更多的大桶，一个层在所选定的大桶中由激光器固化，而其他层被重新涂敷。典型地，两个大桶一个接一个地被激光照射，利用合适的扫描仪和光束分离器有可能激光照射两个以上的大桶。

[0025] [025] 树脂大桶包括用于根据需要响应液面传感器向大桶供给附加的液体的树脂补给容器。在造型期间，要求保持大桶内液面的准确控制。树脂液面随着一些树脂被固化以及随着平台使造型下降至树脂中以及在表面上完成附加层而涨落。还必须在两次造型之间向大桶添加树脂，以保持用于第二造型的足够的树脂液面。

[0026] [026] 在本发明的一具体实施例中，大桶和树脂补给容器包括用于射频识别 (RFID) 的标签。补给容器内的树脂在进入大桶中的树脂之前，可以容易地被筛分和识别，以避免由于不适当的树脂而污染大桶内的树脂。

[0027] [027] 在一个大桶被用光后，或者当其他原因希望改变树脂时，树脂大桶和沾湿部件可以方便和快速地更换为新的树脂和沾湿部件。重新涂敷器使用时被沾湿，用手可以很容易地移除和重新放置在准确的位置，而不需要工具。沾湿的升降机部件包括连接支架、升降机框架和上述的升降叉，这些部件合起来形成了大桶专用升降机子组件，所述大桶专用升降机子组件可以从固定在光固化立体造型腔室内的升降机驱动盘上移除，在将被更换的大桶腔室中被推出所述腔室。支撑造型的沾湿平台已经和造型一起移除，一个新的平台安装在新的树脂大桶专用升降机子组件的叉上。新的树脂大桶和升降机子组件可以被推到合适的位置并连接到升降机驱动盘上，而树脂被预热到一控制温度。

[0028] [028] 在更具体的实施例中，本发明的树脂大桶包括至少一个位于大桶的外侧底部表面上的加热元件和至少一个用于感知树脂温度的热敏电阻。树脂的加热由计算机控制，使得树脂的工作表面接近一设定点，不会使树脂的其他部分过热，加热控制持续在整个光固化立体造型构造过程中。树脂大桶可包括盖，在将树脂大桶导入光固化立体造型腔室之前加热树脂并保持控制温度时使用。

[0029] [029] 因此，本发明用于在第一造型已经完成之后由单一树脂大桶进行无人参与

的光固化立体造型。本发明包括对光固化立体造型设备的多个改进,以致能够进行无人参与的造型。本发明提供了几个特征,这些特征易于自动的计算机控制,大大简化了获得三维物体的精确生成所需要的精确性。这些改进包括:用于从升降机上移除第一造型并提供新的物体支撑平台的自动卸载车;在用于同时造型的大桶之间切换激光;直接将树脂补给容器耦合到光固化立体造型系统上,用于自动确定树脂供给,以充分支持无人参与的造型;树脂容器的 RFID 识别,用于保持树脂的完整性;在造型期间自动平整树脂工作表面液面以及在两次造型之间自动重新填充大桶;自动确定工作表面与重新涂覆器之间的距离,在重新涂覆器移动的轴上映射该距离,用于自动控制重新涂覆器的旋转和校正机械误差;从升降机上自动释放物体支撑平台并更换新的平台;以及完全用手而不用工具来安装和移除重新涂覆器刀片。通过提供用手而不用工具移除和精确安装重新涂覆器刀片以及提供和树脂大桶一起移除和安装沾湿升降机部件,本发明减小了在两次造型过程之间改变树脂所需要的时间。

附图说明

[0030] [030] 现在参考附图,概括地描述本发明,这些附图不一定按比例描绘,其中:

[0031] [031] 图 1 是用于通过光固化立体造型生成物体的本发明的双腔室壳体的透视图,且表示了与之相关的树脂大桶,一个为阴影表示,一个为透视表示;

[0032] [032] 图 2 是树脂大桶的透视图,以分解图表示了布置在其上的物体支撑平台和用于将平台提升和下降到树脂中的升降机的子组件;

[0033] [033] 图 3 是图 2 的升降机子组件的一部分的透视图,其中移除了一些部分,以表示升降机子组件的各个细节;

[0034] [034] 图 4 是本发明的重新涂覆器组件的透视图;

[0035] [035] 图 5 是用于图 4 的重新涂覆器组件的一个端部的重新涂覆器托架和重新涂覆器刀片的局部分解透视图;

[0036] [036] 图 6 是图 5 的重新涂覆器刀片部分的下侧的局部透视图;

[0037] [037] 图 7 是本发明的光固化立体造型腔室的内侧后部的局部透视图,表示了升降机子组件的一部分;

[0038] [038] 图 8 是图 7 的升降机子组件的局部透视图和隔离视图,表示了其与图 2 的升降机子组件的一部分的关系;

[0039] [039] 图 9 是图 2 和图 8 所示的升降机子组件装配在一起的局部透视图;

[0040] [040] 图 10 是腔室壳体的一部分的局部切除的视图,表示了升降机的运动轴线即垂直 z 轴,重新涂覆器刀片和托架的运动轴线即水平的前后方向的 y 轴,以及刀片空隙传感器的运动轴线即 y 轴和水平的侧向 x 轴;

[0041] [041] 图 11 是进入处理腔室的树脂车的截面侧视图;

[0042] [042] 图 12-14 是一系列截面侧视图,表示了在处理腔室中的适当位置与升降机连接的树脂车以及平台的升降;

[0043] [043] 图 15 是自动卸载车的操作的侧视图,该操作包括完成搬运到车上的第一造型的、新的平台的安装、完成第二造型和第二造型从大桶中的移除;

[0044] [044] 图 16 是本发明的树脂大桶的透视图,其带有树脂补给容器和安装在其上的

液面保持容器；

[0045] [045] 图 17 是类似于图 16 的树脂大桶的透视图，表示了移除的盖和大桶的内部特征；

[0046] [046] 图 18 是图 17 的树脂大桶的下侧的透视图；和

[0047] [047] 图 19 是容纳于图 17 的大桶内的树脂的温度曲线图。

具体实施方式

[0048] [048] 以下参考附图，更加全面地描述本发明，在附图中表示了本发明的优选实施例。提供这些实施例，以便对本领域技术人员来说，所披露的内容是充分的和完整的，全面地传达了本发明的范围。

[0049] [049] 现在转到图 1，图中表示了用于安放光固化立体造型的两个腔室 12、13 的双腔室壳体 10。壳体具有两个腔室，用于提高激光利用的效率。当一个腔室内的物体表面被重新涂敷时，激光可以作用于另一个腔室内的重新涂敷物体表面，以便在一次操作中可以在两个腔室中构造物体。激光器和在多腔室内利用光束的系统在下文将详细解释。

[0050] [050] 壳体在相对的侧壁上具有观察窗 14、15，每个腔室 12、13 中各具有一个观察窗。每个腔室具有门 16、17，门 16、17 带有可铰接地打开和拆卸的窗户。窗口用于操作自动系统，该自动系统用于无人参与地移除支撑平台和完工的物体以及为无人参与的第二造型放置新的物体支撑平台。

[0051] [051] 大桶 21 容纳有树脂 18，光固化立体造型设备用该树脂 18 形成三维物体。在腔室 12 中大桶 20 用虚线表示。所示的大桶 21 正准备穿过打开的腔室门 17 引入腔室 13 内。升降机连接支架 23 位于大桶 21 的后面附近，用于连接到升降机提升板 82（图 8）上，以使物体支撑平台 30（图 2）在大桶中相对于树脂工作表面提升或下降。所述物体支撑平台 30 是造型进行的平台。升降机连接支架具有吊钩 86（图 8），与提升板的连接由所述吊钩 86 固定。

[0052] [052] 升降机连接支架和升降机提升板相配合组成升降机组件的一部分。升降机组件包括几个部件，所有的这些部件相配合以提升和下降平台。图 2 表示了设置在大桶 21 的上方的升降机部件的子组件 22，其与大桶一起导入腔室，也可以从腔室移出。根据需要，图 2 所示的可移出的子组件可专用于单个大桶。这些部件包括刚性地固定到支撑升降机框架 24 上的升降机连接支架 23 和支撑在框架 24 上的升降机叉 25。框架 24 竖直延伸以致能够到达大桶的底部。框架上的叉与从框架的后部侧向延伸的间隔支撑件 27、28 配合支撑造型平台 30。闩锁 36 与升降机框架前端上的翼片 33、35 一起配合来固定和释放平台，以便一旦造型已经完成并且升降机已经从大桶中提升起来，就自动安装和移除该平台。

[0053] [053] 应当理解，上述就图 2 和图 8 关于与大桶 21 和腔室 13 相关的升降机组件和子组件 22 的论述同样适用于大桶 20 和腔室 12，大桶 20 具有类似的升降机部件和物体支撑平台。在这一点上，下面关于一个大桶或腔室的升降机组件及子组件、重新涂覆器组件、大桶、处理步骤以及自动卸载车的操作同样适用于另一个大桶或腔室。

[0054] [054] 图 3 表示了用于支撑平台 30 的框架 24 和升降机叉 25，其中移除了金属板覆盖物，闩锁连杆 37 暴露出来。闩锁连杆 37 可操作地使闩锁 36 动作，以在安装时结合翼片 33 和 35 来固定平台，并且从叉中释放平台，以从系统移除平台。闩锁连杆由弹簧偏压杆

38 致动,以使闩锁 36 在平台安装到叉上时将平台固定在叉上,然后当平台提升到大桶上方足够高时释放平台以移除平台。

[0055] [055] 参见图 15,用于从升降机叉上释放造型平台的闩锁连杆的致动表示在图 9 中。图 9 表示了腔室 12 内部以及该腔室内的大桶 20 内部被固定到升降机叉 25 的平台 30。当升降机组件提升得足够高时,杆 38 接合腔室部件框架 92 上的斜坡表面 90(图 3、9 和 15)。随着升降机的继续上升,斜坡使闩锁释放杆受到向外朝向平台的力,并驱使闩锁连杆释放闩锁 36。类似地,当平台安装在空的叉上并且升降机组件下降以致于斜坡不能接合释放杆的时候,弹簧偏压闩锁释放杆和连杆,以闭合闩锁并将平台固定在叉上的翼片 33 和 35 上,如图 15 所示。

[0056] [056] 图 7 和 8 详细表示了升降机组件的部件中的第二子组件 39。图 7 表示了光固化立体造型腔室情况下的子组件,图 8 表示了与第一子组件的升降机连接支架 23 有关的子组件。第二子组件的这些部件沿着与门 16(图 1) 相对的后壁 80(图 7) 固定在光固化立体造型腔室 12 中,不像图 2 所示的子组件 22 中的部件一样与大桶一起进来或出去。图 7 和图 8 的第二子组件中的这些固定的升降机部件、腔室升降机部件接收第一子组件中的升降机部件、大桶升降机部件(图 2),以及特别是接收图 8 中的升降机连接支架 23,这些部件组合形成了一个完整的升降机组件。在图 9 中以透视图的形式表示了连接有两个子组件的升降机组件。

[0057] [057] 升降机提升板 82 包括定位销 83,以插入图 9 的在升降机连接支架 23 上的接收器 96,定位连接支架 23,从而在水平的 x、y 平面上定位升降机框架 25 和叉 24。升降机提升板 82 包括杆 84,所述杆 84 接合连接支架 23(图 8) 上的吊钩 86,以将连接支架以及与之相关的框架和叉从树脂大桶中提升出来和下降到树脂大桶中。在图 7 和图 8 中表示了用于升降机提升板 82 的提升螺杆 85。提升螺杆 85 由马达 91 沿垂直 z 轴提升和下降升降机提升板、连接支架、框架和叉。升降机子组件还包括定位销 88,以在与树脂 18 表面 112 的 x、y 平面平行的水平面中定位树脂大桶 20(简见图 12)。定位销 88 插入大桶上的接收器 200 内(简见图 18)。

[0058] [058] 图 10 以局部透视图的方式表示了位于 z 轴上用于接收光固化立体造型腔室 12 中的树脂大桶的升降机提升板 82,以及与之相关的激光扫描器 100、重新涂敷器刀片 42 和托架 44 的位置。在图 11-15 中表示了将大桶滚动到光固化立体造型腔室内、准备造型和移除造型的步骤顺序。当大桶与升降机子组件和被固定的平台滚动进入本发明的光固化立体造型腔室并且定中在定位销 88 上时,连接支架 23 与升降机提升板 82 和提升杆 84(图 11 和 12) 竖直对齐。马达 91 转动提升螺杆 85,以提升升降机提升板(图 13)。随着提升板的提升,提升杆接合并坐落在连接支架 23 上的吊钩 86 中(图 13),定位销 83 接合并坐落在连接支架上的接收器 96(简见图 8) 中,从而连接腔室升降机和树脂大桶升降机子组件,使树脂大桶升降机子组件定中在大桶内部。随着提升板继续进一步提升,树脂大桶升降机子组件和平台在树脂内上升(图 14)。提升板的充分提升使锁闩 36 释放,如上文所述。提升板的充分降低使提升杆与连接支架的接合释放,以致树脂大桶和树脂大桶升降机子组件可以根据需要,例如安装新的树脂时被移除。正常情况下,树脂大桶和树脂大桶升降机子组件作为一个单元单独地移走,与其上具有造型的平台分离。

[0059] [059] 现在转到对重新涂敷器组件以及其用于在造型前映射(mapping) 刀片空隙

的讨论上,重新涂敷器刀片 42 和托架 44 在 y 轴方向上穿过腔室 12 横跨树脂工作表面 112, 在图 14 中最佳示出。重新涂敷器组件标记为 40(图 4)。重新涂敷器组件包括重新涂敷器刀片 42 和托架 44,重新涂敷器刀片连接于托架 44 上,托架 44 用于重新涂敷器刀片的移动。重新涂敷器刀片由计算机控制沿所示的轴线运动:1) 沿 y 轴方向跨越树脂表面上水平地前后移动,2) 沿 z 轴方向竖直地上下移动,和 3) 绕刀片的中心旋转,刀片的中心为 θ 轴,平行于 y 轴,并与 y 轴间隔开。重新涂敷器刀片和所示的重新涂敷器刀片的传统功能是加速工作表面 112 的激光扫描照射之间的新的树脂层的平整,其在较短时间段内典型地提供了比深浸渍和重力沉降更大的部分准确性。

[0060] [060] 用于图 4 中的重新涂敷器刀片的托架安装到竖直运动台 47 上。竖直运动台 47 坐落在轨道 49 中,以沿竖直 z 轴在上下方向上移动刀片。轨道 49 又装入在轨道 50 内,并在轨道 50 上移动,以使重新涂敷器刀片在树脂工作表面上沿水平 y 轴方向前进。电缆驱动器和与之相关的步进线性驱动器电机已被确定为适用于实现本发明的这些方面。

[0061] [061] 本发明的重新涂敷器组件包括传感器 45,传感器 45 用于提供读数给控制器,以保持重新涂敷器刀片在其整个行程上与树脂表面平行。重新涂敷器刀片的各端与树脂表面保持同一距离。该传感器容纳于托架 44 内部,在沿托架的长度的 x 轴方向上可移动,以便可以在沿树脂表面的 x 轴的不同部位获得距离读数。容纳于托架中的电缆驱动器可用于移动托架中的传感器,该电缆驱动器由竖直运动台 47 中的马达提供动力。

[0062] [062] 重新涂敷器刀片扫掠表面时与树脂表面之间的距离被称为“刀片空隙”。刀片空隙通常取决于为特定造型所挑选的树脂以及它的物理特性,是根据造型凭经验确定的量,并且存储在光固化立体造型控制计算机的存储器中。传感器 45 的功能是提供重新涂敷器刀片在树脂表面上的整个移动区域中保持规定的刀片空隙所必需的数据。重新涂敷器组件移动的轨道的变化以及其他机械误差源可能改变刀片空隙。本发明的计算机控制的重新涂敷器组件基本上解决了这些问题,在工业上对硬件故障提供了软件解决方案。

[0063] [063] 在图 4 中可最佳看出的传感器 45 为激光二极管传感器,并且为具有窄的测量范围的高分辨率传感器。可从 Illinois 州 Schaumburg 的 Omron 电子器件公司获得的型号为 ZXLD30 的 Omron 光学传感器被确定作为传感器 45。Omron 传感器具有较高的灵敏度,通过发射聚焦的能量束接触目标然后接收反射束来工作,通过比较它们,能够以对光固化立体造型来说足够的精度确定距目标的距离。

[0064] [064] 根据在开始造型之前通过 Omron 传感器 45 获得的数据,重新涂敷器刀片 42 保持与树脂表面平行。传感器获得数据,计算机控制器根据这些数据确定在对应于重新涂敷器刀片两端的树脂大桶每一侧的 x 轴上的两个点的位置处沿多个 y 轴上的点的重新涂敷器刀片的底部 76(图 6) 到树脂的顶部或工作表面 112(图 12) 的距离。图 4、5、6 和 14 表示了当重新涂敷器托架 44 和传感器 45 横跨工作表面 112,以获得这些数据并测绘出造型期间对重新涂敷器刀片要进行的调整量时,Omron 传感器 45 和重新涂敷器组件 44 与工作表面 112 之间的相对位置。在造型期间,计算机控制器根据在造型之前获得的映射(map),使重新涂敷器刀片绕它的运动轴 θ 旋转,该轴 θ 为平行于树脂表面的 y 轴并与 y 轴间隔开的轴线,并使重新涂敷器刀片的两端与在沿 y 轴的间隔点 x 处的树脂表面之间保持同一距离。刀片旋转基于的数据不是实时获得的,确定实时数据和造型开始之前获得的映射之间的差别不重要。

[0065] [065] 图 5 和 6 表示了沿 x 轴截取的重涂覆器刀片 42 的端部,其对应于图 4 所示的重涂覆器刀片的右边端部。图 6 表示了与图 5 相同的端部,从刀片底部,完全表示了刀片的特征。仅仅表示了其中一个脚部 56,从每个端部的刀片底部向外侧向延伸,所述脚部的底表面 60 限定了用于测量的刀片底部。在远离刀片的脚部的端部上,在顶表面处,每个脚部被切割或精密研磨成薄的表面 58,以获得刀片底部的 Omron 传感器读数。从脚部的底部 60 到切割部分的顶表面 58 之间的距离是固定不变的,并被存储在计算机中。由于 Omron 传感器的工作范围,该脚部深度距离很小。

[0066] [066] 为了获得读数,Omron 传感器设置在沿 x 轴的某一点处的托架内,并邻近重新涂覆器刀片的一个端部。图 4 用虚线表示了位于邻近左边端部的托架中的传感器 45。当获得读数时,刀片不接触树脂,树脂不会使离开 Omron 传感器的脚部的顶部模糊。从图 4、6 和 14 中可以很清楚,在腔室 12 的范围内,在固定位置 x、y 上,Omron 传感器 45 读取从传感器到脚部 56 的顶部 58 的距离,以对应于脚部的底部 60 并基于表面 58 和底部 60 之间的脚部的预定深度对脚部位置赋值。Omron 传感器被移动很小的距离 x,接近与该脚部相同的位置 x 并足以能使 Omron 传感器读取从传感器到树脂表面的顶部 112 的读数。计算机控制器确定脚部的底部和树脂表面的这两个读数之间的差别,并存储该数据。然后,重新涂覆器组件移动距离 y(未表示),以获得另外的数据点,直到沿大桶一侧的整个表面已经在对应一个点 x 的多个点 y 处进行了映射。然后,Omron 传感器移动到托架的相对侧,即右侧,以获得大桶的那一侧在不同的位置 x 和相同的位置 y 处的映射数据,从而完成映射。整个映射由计算机控制器获得,并被存储,以用于后续的造型。

[0067] [067] 重新涂覆器刀片 42 可以完全用手连接到托架 44 上,也可以完全用手从托架 44 上移除。光固化立体造型系统的计算机控制重新涂覆器刀片的对齐,基本上减少了与现有设备有关的繁琐的工序。现在转到图 5 和图 6 以及对重新涂覆器刀片的特征和用于简化刀片的安装和移除的托架的特征的讨论上,在图 6 的重新涂覆器刀片上只表示了其中一个滚花手柄 55,滚花手柄 55 用于用手安装重新涂覆器刀片和从托架上移除重新涂覆器刀片。应当认识到,在刀片的端部上具有相应的把手,只是没有在图 6 中表示该把手,这可以从图 4 中看到。重新涂覆器刀片上的接收器 64(图 5)接收重新涂覆器托架上的相应的对中销 66。所示的销 66 为圆形的横截面,但可以改变该形状。可能希望,在重新涂覆器托架的相对端部上设置不同形状的第二对中销和在刀片上设置相应的接收器。这些对中销帮助操作者确认刀片正确定向在托架上。在刀片托架的每一端各设有一个磁铁 70 或其它连接装置,在重新涂覆器刀片的每一端也各设有一个磁铁 71 或其他连接装置,它们将重新涂覆器刀片固定在托架上。也可以使用其它连接装置,不过这些连接装置可能需要用于安装和移除刀片的工具。触点 72 可用来激活接近开关 75,以指示刀片正确地固定在托架的适当位置上。设置三个这种触点是有益处的,一个设置在所示的托架的端部,两个设置在相对的端部,这样,需要三点接触来激活接近开关,以发出重新涂覆器刀片在托架的正确位置上的信号。

[0068] [068] 重新涂覆器刀片包括在它的底表面 76 上的真空通道 77,在图 6 中的翻转位置上可以看到。真空通道有助于以传统方式平整新的树脂层。刀片包括位于中心的观察窗 78(图 4),用于操作者观察真空是否被触发。刀片和托架之间的真空连接不是硬插入的,不需要任何的工具来完成。真空连接是“软”的,该连接设置在位于刀片及托架的中心的配合

和密封真空端口之间,通常为刀片上的真空吸杯和托架上的配合元件。

[0069] [069] 在大桶安装在光固化立体造型腔室中之前,重新涂覆器组件被“停放”,也就是说,重新涂覆器刀片位于最靠近腔室的门的 y 轴方向上,并在 z 轴方向上被提升在大桶的路线之外,所述大桶具有固定到其底部的轮子,所以它可以象小车(图 11 和 12)一样被操纵。大桶能够被滚到腔室内,不会撞上重新涂覆器组件。一旦安装好大桶,重新涂覆器组件可以下降至树脂表面附近并与之隔开一段距离,以映射树脂表面和重新涂覆器刀片(图 17)之间的关系。使重新涂覆器刀片在树脂工作表面上方保持一段比刀片空隙大的距离,一段足够能确保刀片上的脚部不会被树脂覆盖的距离,来实现本发明对重新涂覆器刀片的映射,脚部被树脂覆盖将会负面地影响 Omron 传感器产生控制刀片空隙所需的数据的能力。

[0070] [070] 当造型开始时,形成重新涂覆器刀片真空,刀片下降至树脂的预定刀片空隙(图 14)。真空将树脂向上抽入刀片中的真空通道 77 内,并进入观察窗 78。当刀片掠过表面时,脚部通常会使树脂溢过它们,当每次向平台上的造型施加新的树脂层时这都会发生。

[0071] [071] 造型的精度对保持大桶内的树脂的精确液面很敏感。造型平面在开始造型之前形成。激光扫描系统 100(图 19)刚性地安装到腔室上,且被控制在空间的某一特定点撞击树脂工作表面,该树脂工作表面被称为“造型平面”,该造型平面形成了工作表面的 x、y 平面可位于的 z 值范围。本发明自动有效地平整重新涂覆器刀片的能力取决于使树脂保持在与造型之前建立树脂表面的映射时的同一液面。

[0072] [072] 第二 Omron 液面传感器 87(图 7 和 9)被刚性地固定到腔室壳体的后部内的升降机框架上,用于确定大桶内的树脂液面,并确定大桶是否需要添加另外的树脂。传感器 87 确定是否树脂需要添加或移除,以保持造型期间的造型平面。在造型期间,传感器 87 确定大桶内的树脂液面,以便树脂可以添加或移除,以始终保持同一液面,由此与刀片保持和映射期间获得的距离相同的距离。Omron 传感器为闭环操作的激光二极管传感器,即传感器通过工作表面的激光在连续的扫描之间工作,当达到合适的树脂液面时传感器关闭。

[0073] [073] 在图 16 和 17 中表示了用于控制树脂液面具有树脂补给容器 127、128、129 的大桶 21,所述大桶 21 带有可移除的盖 141。树脂容器 127、128 和 129(图 16)分布保持在可倾斜的插槽 133、134 和 135 中,所述插槽 133、134 和 135 通过接合手柄 136、137 和 138 可枢转远离大桶 21,以便于简化安装和移除。每个容器 127、128 和 129 经由快速脱开双关闭耦合件连接到大桶 21 上。每个容器 127、128 和 129 具有管嘴,所述管嘴与大桶 21 上的相应插槽 133、134 和 135 内部的耦合件(两个都没有表示)相互配合,以便当耦合件连接时,树脂能够从容器通过耦合件流入大桶 21 内。

[0074] [074] 用射频识别标签(RFID 技术)来标识树脂容器是有好处的,这样可确保精确树脂置换和避免混合不同的树脂的代价高的错误。如果树脂不相同,操作者可以在将树脂大桶连接到补给容器之前被提醒树脂是否不相同,并因此可以确认正确的树脂。各管嘴模制或者将其整体形成到 RFID 标签中。每个耦合件为一个“智能耦合器”,因为它模制或者整体形成到读出器上,以感测和传送有关容器和其内的树脂的光固化立体造型系统的控制计算机数据,例如树脂类型、树脂批号、有效期、树脂体积以及潜在的容器正在使用的大桶和光固化立体造型系统标识。读出器为接近读出器(proximity reader),如果在容器内装入了不正确的树脂或过期的树脂,光固化立体造型系统控制计算机会在容器管嘴经由插槽耦合件耦合地连接到大桶上之前以报警形式警示操作者。当大桶和光固化立体造型系统经由

适当的电缆线路连接在一起时,大桶和光固化立体造型系统的计算机之间的数据流通过数据和功率口 101 发生。

[0075] [075] 每个容器也可以跟踪从容器流入大桶的树脂的数量。两个树脂补给容器 127 和 128 在二次造型之间重新填充大桶,并通过波纹管式泵 102 操作,对 420 升容积的大桶以每分钟供应约一升树脂来供给充足的行程排量。两个 Omron 超声波传感器 186 和 188(图 17)安装在大桶 21 的壁上,以在造型之前确定树脂是否在预定最小值和最大值之内,并发送是否需要添加树脂的信号。每个大桶 21 还具有在外壁上的 RFID 标签 19,图 11 和 12 的升降机连接吊钩 86 支撑在该外壁上。所述 RFID 标签 19 由读出器 81 读数,读出器将有关大桶标识、初始树脂量和安装数据的数据传送到光固化立体造型系统的控制计算机。

[0076] [076] 通过阀门组件 131,首先从一个容器例如 128 经由管路 106 供给树脂,当该容器排空时,从另一个容器例如 127 经由管路 107 供给树脂。根据超声波传感器检测到的开始造型之前树脂低于最低液面的信号,光固化立体造型控制计算机打开适当的阀。补给的树脂从补给容器通过阀门组件 131 经由入口 182 并穿过出口 184(图 17)流至波纹管式泵 102,再通过补给管路 111 流至大桶 21。

[0077] [077] 另一个容器 129 充当贮存器,经由进入管路 108 和流出管路 109,根据造型期间的涨落,通过阀门组件 131 中的两路流量阀,降低或增加大桶内的液面。光固化立体造型系统控制计算机响应于液面传感器 87,通过指令激活双位流量阀。传感器 87 获取每层之间的大桶内的精确液面的读数。树脂凝固时会收缩。平台和造型下降时造成树脂的位移会影响大桶内的树脂液面。对控制造型期间的树脂液面有用的泵为计量泵,例如蠕动泵 104,以输送很小的精确控制的流体量。蠕动泵 104 可以通过几个行程,添加或移除树脂,以便严密地控制大桶内的液面。蠕动泵可以在几个行程之后供给大约 1 微米的流体体积,以提供精确的控制。

[0078] [078] 根据需要,阀门组件 131 也可以从大桶 21 通过管路 110、阀门组件 131、管路 111、波纹管式泵 102、管路 113,回到大桶 21,这样循环树脂。该循环特性有助于保持大桶 21 内的树脂的质量,防止粘度增大。在两次造型之间最好是通过光固化立体造型控制系统的软件自动或者由操作者启动上述循环操作。

[0079] [079] 如图 16 所示,树脂容器 127 和 128 已经被移除,所示的可倾斜的插槽 133 和 134 处于倾斜的打开位置,以接收树脂容器。在图 17 中,树脂补给管路 111 和用于波纹管式泵 102 的盖已经被移除,露出了阀门组件 131 上的供给配件 180 和波纹管式泵 102 上的入口 182,树脂供给管路连接到所述入口 182 上以供给树脂,在顺序构造模式中在两次造型之间重新装满大桶。树脂从波纹管式泵通过出口 184 经由表示在倾斜插槽 134 上方的部分管路 111 被输送至大桶。

[0080] [080] 现在转向对用于实现本发明的激光系统的论述上,应当认识到,不论在树脂表面上还是在重新涂覆器刀片的平面上,由 Omron 传感器发出的激光束的焦平面 (focal plane) 是一样的。传统的光束靠模铣床 (profiler) 系统使用检测器阵列和形成高斯光束分布,其确定了光束位置和激光束的宽度。该系统可以利用三轴扫描仪改变光束的焦距。所述三轴扫描仪能够自校准,容许为不同的树脂定制刀片空隙的设定值。随时间存储该信息,这会在本发明的各个系统中建立用于特定树脂的数据记录文档库。

[0081] [081] 典型用于光固化立体造型的这种激光系统在实现本发明的方法和设备是有

好处的。利用由电流计控制的反射镜来定位激光束的 x、y 扫描激光器是有益的。在图 15 中以非常简略的示意图表示了扫描系统 100, 该系统以预定路径将能量施加到树脂的工作表面 112 即造型平面上, 以凝固物体 117 的一个层 115。激光窗通常使激光器和电流计系统与受热的处理腔室隔离。

[0082] [082] 动态光束偏转器可用于形成一个以上的激光束的顺序路径, 以便能够更有效地使用激光。为提高效率, 单个激光器可被用于实现本发明, 用来对用于同时造型的两个或两个以上的分开的光固化立体造型腔室 12、13(图 1) 和电流计系统提供能量。当一个腔室内的三维物体正用一层新的树脂重新涂覆时, 可以引导激光在相邻腔室实施扫描曝光, 以便激光在一个造型的两次重新涂覆之间不会闲置。

[0083] [083] 激光控制系统能够动态地改变激光焦点, 以便在不损失精确性的情况下生产较大的物体。如图 9 所示, 检测器单元 89 位于腔室的后部并安装在腔室升降机子组件框架 92 上, 该检测器单元提供了用于控制由扫描仪 100(图 15) 提供的并用于凝固树脂的激光束的强度、焦距和光斑尺寸的信息。象 Omron 传感器一样, 三轴扫描仪可用于改变激光的焦距和光斑尺寸, 这样, 不论是在树脂的中间还是在在大桶的外边缘处, 造型都具有相同的质量和精确度。

[0084] [084] 激光在树脂表面的 x、y 平面中实施扫描曝光。造型一层一层地持续进行, 直到完成三维物体, 升降机组件将造型支撑平台 30 提升出树脂 18, 并提升到工作表面 112 上方。应当认识到, 用于所希望获得的物体的支撑层最先被凝固。随着横截面层通过施加激光束被凝固, 支撑平台逐渐下降。激光使一个层凝固, 升降机降低平台提供一层新的树脂, 重新涂覆器平整树脂, 以提供单层厚度。在激光扫描曝光和重新涂覆树脂的多个过程之后, 平台 30 已经降低到树脂 18 中的更大深度处, 单个造型物体 117 已经完成了。然后, 升降机从树脂中移出造型和平台至卸载位置。

[0085] [085] 完成的造型和支撑平台的自动卸载以及第二造型的完成包括一系列的步骤。完成的造型物体 117 被支撑在平台 30 上, 并被提升以释放如上所述的平台闩锁(未表示)。应当认识到, 在造型从树脂中提升出来之前, 先停放重新涂覆器刀片 42 和托架 44。自动卸载车 120 与计算机控制器(未表示)连接, 以执行无人参与的平台交换, 通过所述平台交换进行第二造型。车 120 具有伸缩臂段 123 和 125(从图 15 可明显看出), 分别用于支撑和传送用于卸载造型物体 117 和平台 30 的滴盘 122 以及用于为大桶供给新的平台 124。

[0086] [086] 图 15 的侧面剖视图表示的是, 卸载车 120 滚动到与图 1 中的光固化立体造型腔室的门 16 或 17 相接触, 窗口从光固化立体造型腔室被手动移走或者摆向打开位置, 放在树脂大桶的一部分的下面。如图 1 所示, 门具有限定底部的一个开口的刷子, 自动卸载车的辘子通过该开口进入腔室。自动卸载车入坞与大桶相接, 以便伸缩臂与大桶和升降机配合, 以进行完美的平台交换。图 16 表示了配件 132 和 139, 其可用于确保对接到树脂大桶上。对接不是自动的, 其由操作者执行, 操作者还将车连接到用于光固化立体造型系统的计算机控制器系统(未表示)上。腔室门 16、17(图 1) 上的窗口由操作者铰接地打开或移走, 以便可以进行自动造型的移除。

[0087] [087] 在造型结束的时候, 平台 30 和造型物体 117 被提升得足够高, 以释放将平台抵靠在翼片 33 和 35 以固定到叉和框架 24 上的闩锁 36。伸缩臂 123 从具有滴盘 122 的小车延伸, 使升降机框架 24 放置在滴盘的上方。使升降机框架下降, 滴盘和叉配置成使平台

和造型可以搁在滴盘上, 框架穿越其间。使伸缩臂 123 缩回, 从而使造型物体和平台从腔室移除以搁在小车上。然后, 升降机框架下降, 接收新的平台, 闩锁 36 仍然在释放位置上。

[0088] [088] 伸缩臂 125 延伸, 其具有置于其上的新的平台 124。接着升降机框架被提升, 接合和接收该新的平台, 该伸缩臂缩回。应当认识到, 将平台固定到升降机框架上的闩锁 36 直到平台充分下降才接合, 而在该方法的反向过程中将闩锁打开。

[0089] [089] 一旦新的平台就位并且闩锁固定, 升降机可以使新的平台下降到树脂大桶内并且下降到树脂表面以下, 像上述一样, 用于确定第二造型所需要添加的树脂量。第二造型同第一造型一样完成, 如图 15 所示, 提供了卸载的第一造型物体 117 和提升到树脂大桶上方的平台上的第二造型物体 130。

[0090] [090] 已经略为详细地描述了本发明的设备, 现在转向对处理步骤的考虑上, 将描述依照本发明的用于在单个大桶中完成无人参与的造型的基本流程图。在无人参与造型模式中, 该设备构造第一三维物体或多个三维物体, 从大桶和升降机移除完成的造型, 完成无人参与的第二造型。第一造型被移除之后, 设备在升降机上安装新的平台, 根据需要调整树脂参数, 完成第二造型, 并从树脂大桶移除第二造型。应当认识到, 在单个大桶或者在相邻大桶中可以同时将几个物体构造成一个造型, 下面的说明表示了仅在一个大桶中进行单个物体的无人参与的造型。无人参与的造型可以在其它大桶中在多桶工艺中同时进行。

[0091] [091] 在处理开始时, 操作员将执行几个功能。经选择了无人参与的造型模式之后, 操作者首先需要输入物体表现 (objectrepresentation), 通常利用用于物体表现的 CAD/CAM 程序。然后操作者确定第一造型所需要的树脂体积以及造型体积是否在设备的设计限度内。例如, 如果设备的容量包括最多使用 20 千克的树脂来构建部件, 那么如果所选择的物体需要更多的树脂, 操作者必须选择另一种造型模式。如果设计容量只提供制造无人参与的第一造型, 而不能提供无人参与的第二造型; 那么不能使用无人参与模式。

[0092] [092] 操作者还检查重新涂覆器刀片的安装、停放以及不碍事, 以免安装树脂大桶时碰到它。一旦安装好树脂大桶, 操作者就应该核对大桶是否正确安装以及大桶是否容纳型号正确的足够树脂。通常, 大桶包括升降机子组件, 所述升降机子组件包括升降机连接支架、升降机支撑框架和叉, 以及通过闩锁 36 和翼片 33、35 将其固定到叉上的造型平台。整个大桶和升降机子组件滚动进入光固化立体造型腔室内, 与腔室升降机子组件接合。

[0093] [093] 在这一点或者另一个点处, 树脂表面和重新涂覆器刀片之间的关系在造型之前可以被映射, 所得数据被存储以用于造型期间。一旦已确认特定树脂、选定树脂的刀片空隙、以及可再现地控制的大桶内的树脂液面, 那么对这些状态的映射就可以在一段时间内用于同一设备。

[0094] [094] 在自动卸载车已经满足最初要求并且核对了无人参与的造型已被支撑之后, 操作者然后安装自动卸载车。为安装自动卸载车, 操作者可铰接地打开或移除腔室门上的窗口, 以使自动卸载车的伸缩臂可以伸进处理腔室中以取回平台和第一造型。在腔室门关闭的情况下, 操作者将自动卸载车插入在大桶上。腔室处于受热状态, 而且为避免干扰处理过程, 腔室门保持关闭。带轮脚部从自动卸载车延伸穿过腔室门的底部上的一切口进入到腔室内。所述切口用刷子覆盖, 以使碎屑和热量损失减小到最低。在大桶和自动卸载车对接时, 将它们配置成相对位置保持不变, 以用于自动操作。操作者还确认自动卸载车连接到了用于控制自动操作的光固化立体造型系统的计算机上。

[0095] [095] 对无人参与的造型模式来说,操作者可能在准备本发明设备的期间任一时间点换班。因此,系统的成功运行通常需要操作者不止一次地核对关于系统的信息。因此,让计算机控制来提醒操作者在第一造型开始之前核对当第一造型完成时用于安装的空的平台事实上已在自动卸载车上就位,这是有益的。或者,利用适当的传感器可完成平台是否适当就位的核对。

[0096] [096] 接下来,操作者使重新涂覆器组件和升降机进入开始位置。升降机下降进入大桶内,并下降到刚好在树脂的表面下面某一高度处,以便限定工作表面。重新涂覆器组件向树脂下降,以限定脚部的底部与树脂工作表面之间的预定刀片间隙。

[0097] [097] 此时,刚好在激光和重新涂覆器实际开始工作之前,提醒操作者核对工作参数是有益的。操作者应该核对造型平台实际上已被安装在叉上。如果平台没有就位就开始造型,损失生产率和树脂的结果是昂贵的。如果平台没有在升降机叉上就位,那么操作者应当停放重新涂覆器,将升降机提升至平台释放位置,然后安装新的平台。一旦核对了平台的存在,那么就应当核对树脂和腔室温度。通常,持续进行温度控制是由计算机控制的。然而,对操作者来说,核对启动造型之前的温度是否正确是有好处的。操作者应该还核对大桶是否具有足够的树脂。即使系统的容量对造型来说已足够,也应当检查系统以核对大桶容纳着树脂以及在桶中树脂液面处于对造型平面的细微液面控制来说所必须的预定最小和最大液面之间。

[0098] [098] 操作者还应该核对树脂补给容器已容纳了在两次造型之间用于再次填充大桶以及在造型期间细微液面控制的足够的树脂。如果不足,那么系统应当提醒操作者用满的容器更换部分满的容器,并且核对新的容器容纳了与大桶中的树脂相同的树脂。核对树脂相同的一个有效方法是启动射频识别程序,或“RFID”程序。RFID 标签可以包括在容器内,以在完成与大桶的连接之前自动识别。随后,如果树脂是相同的,操作者可以完成安装。在容器和大桶上使用 RFID 标签允许进行有关系统的树脂和树脂使用方面的数据收集,通过来自用于大桶的升降机组件上的特定 RFID 读出器和用于每个容器的大桶上的智能耦合器上的各个 RFID 读出器的数据流进行所述数据收集。

[0099] [099] 如果已经满足了上述参数,那么造型就可以进行了。然后,操作者应该形成重新涂覆器真空,调整树脂液面以及树脂和腔室温度。这时,树脂液面在预选的最小和最大液面内,液面在这些液面内被调整到已经选择的造型平面的精确液面。通过用于此目的两个树脂补给容器的计量泵接口,物质被泵送到大桶内或从大桶排出,并响应传感器进行自动控制。

[0100] [0100] 重新涂覆器刀片准备工作表面以接收激光,实际的光固化立体造型现在可以从支撑层的制备开始。此时,不再需要操作者参与该处理过程,造型完全基于计算机控制功能进行。通常,在每个层凝固之后,升降机将使平台下降以接收树脂的新涂覆,并充分地提升平台以激光照射下一层。根据需要,树脂液面的调整取决于由于凝固产生的收缩量以及平台与物体在树脂表面下的位移。重新涂覆器刀片掠过每层之间的表面,以准备好工作表面,然后进行造型。造型可以包括一个或多个三维物体。

[0101] [0101] 一旦完成一些被制造的物体的造型,就停止造型,关上激光,然后系统在没有操作者参与的情况下使平台进行交换。系统停放重新涂覆器组件,并避开升降机叉,以致能够使升降机与平台上的造型一起完全移动到树脂大桶外面。升降机被提升至卸载位置,在

该卸载位置固定升降机平台的门锁被释放,可以从叉上移除平台。升降机叉、造型平台和造型现在的位置在大桶上方,仍然接触叉、平台和造型物体的没有使用的树脂排入大桶内。在足够的停留时间以提供有效排放之后,自动卸载车移除平台并移除完成的并且排干的造型物体。计算机控制器使一组伸缩臂在升降机叉下方从自动卸载车延伸,以致叉可以下降,以将平台和造型放置到自动卸载车的伸缩臂上。排放盘通常设置在伸缩臂上,以便平台和完成的造型物体被放置在伸缩臂上的排放盘上。伸缩臂缩回,以从升降机叉和光固化立体造型腔室移除平台和造型物体。

[0102] [0102] 第一造型从腔室移除之后,升降机使叉移动到适当位置上,以接收新的平台。伸缩臂再次从自动卸载平台延伸。取决于自动卸载车的结构,该车可以具有一组或两组伸缩臂。如果具有两组伸缩臂,那么第一造型和平台保持在腔室外部的适当位置上。如果具有一组伸缩臂,那么第一造型物体再次进入腔室和大桶上方的区域,并定位于叉的上方。升降机叉被提升,以接合新的平台并从伸缩臂接收新的平台,然后伸缩臂被移除,第一造型物体和平台与自动卸载车一起存储,直到第二造型完成并且操作者返回到系统为止。

[0103] [0103] 一旦安装了新的平台,系统回来重复前述步骤中的几个步骤。升降机使新的平台下降进入树脂,并将平台带到适当液面。系统响应传感器,自动重新装满大桶,调整树脂液面和温度,并掠过工作表面以准备进行第二造型。进行第二造型,当完成第二造型时,停放重新涂覆器,升降机将第二造型和平台移除至大桶外面的上部位置。

[0104] [0104] 当操作者返回时,第一和第二造型完成,第一造型存放在腔室外部的自动卸载车上,第二造型位于腔室内,在大桶上方被排干,并准备卸载。应当认识到,在构造物体的步骤中单个造型是类似的,根据需要可以安装或不安装自动卸载车。不论在哪种情况,对单个造型来说,系统在第一造型之后被关闭。图 1 的系统为双腔室系统,因此利用单一激光和用于每个腔室的单独的扫描仪和自动卸载车可进行两个无人参与的造型,以在腔室外部提供两个造型,每个车上各有一个,以及在腔室内部提供两个造型,每个腔室内各有一个。

[0105] [0105] 本发明还用于树脂大桶的快速交换。树脂车、可容易移除和更换的重新涂覆器刀片以及升降机子组件一起配合,能够使被加热的新的树脂大桶得以安装以及能够使与树脂接触并被树脂沾湿的部件交换,所有这些只占用光固化立体造型操作之间的最小停机时间。图 17 表示了被移除的盖子 141 (图 16) 的树脂大桶 21,以表示安装在大桶内壁上的特征,包括在树脂大桶被滚动到光固化立体造型壳体中并被固定就位之前与树脂的加热有关的那些特征。应当理解,盖子 141 在加热期间通常就位在大桶 21 顶部,当大桶被装入到光固化立体造型壳体时被移除。盖子 141 在加热树脂中起到保持大桶内的热量的重要作用。

[0106] [0106] 在图 17 的大桶 21 内部表示有沿其壁安装的热敏电阻 190,其用于确定树脂工作表面附近的树脂温度。工作表面应当维持在特定树脂的所希望的设定点附近的稳定温度下。第二热敏电阻位于小盖子 192 后面的大桶底部中心上,用于指示大桶底部的树脂温度,其中树脂在该底部被加热。热敏电阻 192 直接指示大桶底部的壁温度,并指示树脂达到的最高温度,以免使树脂过热和热降解。热敏电阻 190 和 192 通过输入/输出接头 101 (图 17 和 18) 电连接到用于光固化立体造型系统的计算机控制器上,向用于控制给树脂加热的控制器提供温度数据,保持树脂的工作表面在所希望的设定点,并避免使树脂过热。

[0107] [0107] 图 19 表示了随时间变化的工作表面处和加热树脂的树脂大桶的底部处的

树脂温度的图示关系。对关于图 19 所选用的树脂来说,树脂被加热的最大温度,即邻近大桶底部的温度是 45 摄氏度,该峰值温度可以保持至少 4 个小时,而不会损害树脂。以这种方式施加到树脂的峰值热量使达到工作表面的设定点所需要的时间最小。对关于图 19 所选择的树脂来说,可以在 7 小时内达到设定点温度,偏差程度为 1 度。正如图 19 所示,名义上在 5 小时内达到设定点,误差在一度之内。最初加热周期之后,为了使箱体底部的树脂保持在加热状态从而使工作表面温度保持在与设定点相差一度的范围之内,最大稳定状态的温度为 34 度。因此,树脂可以容易地在前一天的晚上或在前一次造型期间被加热到工作温度,然后,可以预料将需要新的树脂大桶。应当认识到,最大峰值和设定点温度可以随树脂的不同而不同。

[0108] [0108] 通过硅酮毯 (silicone blanket) 加热器 194 和 196 加热树脂,所述硅酮毯加热器 194 和 196 封装有电阻丝,通过粘合剂安装在大桶的外壁上,且通常安装到底壁上。根据需要,附加的毯加热器可以安装到竖直侧壁上,与之相关的热敏电阻希望位于邻近这些加热器的中心上。毯加热器通过电线和位于面板 198 后面的温度控制器连接到电气输入/输出接头 101 上。当大桶安装在光固化立体造型壳体内时,以及为了在大桶装入壳体之前将树脂加热到稳定状态,毯加热器通过输入/输出接头 101 连接和操作。一旦安装好,可以在壳体内以非紊流和层流的方式供给热风,绕大桶的底部以及穿过大桶的敞开表面的顶部流动,以使树脂的工作表面保持在精确的温度下,消除激光的温度效应。

[0109] [0109] 一旦造型过程已经完成,就从壳体移除完成的造型和平台。包括叉的大桶升降机子组件下降退回到已用过的大桶中,以使已用过的大桶和沾湿的升降机部件可以从壳体移除。在如图 15 所示的顺序造型模式中,车 120 和造型 117 被移走且不与壳体接触,然后第二造型 130 和与之相关的平台 124 就可以移除了。然后,升降机子组件 22(图 2)下降退回到大桶中,以便与大桶一起移出。升降机下降到图 12 所示的位置。闭锁吊钩 86 以与结合图 8 所描述的安装大桶的过程相反的过程释放杆 84。然后,操作者将已用过的大桶 20 从光固化立体造型壳体滚动出来,其中,大桶可以被清洁,并恢复原状用于重新装满树脂以再次使用。

[0110] [0110] 同时,具有已安装的自己专用的大桶升降机子组件的新的树脂大桶 21 在完成前一次造型期间已经加热到所希望的设定点,为立即装入壳体做好准备。操作者移除沾湿的重新涂覆器刀片并安装一个新的重新涂覆器刀片。操作者从大桶 21 移除盖(图 16),切断连接到大桶的用于预热的电连接 101,并将新的大桶滚动进入壳体合适位置上,以类似于图 11-14 所示的方式将专用的大桶升降机子组件连接到壳体升降机子组件上。通常,该新的大桶中的树脂为另一种树脂,不过在新的大桶中也可以使用与前面使用的树脂相同的树脂。然后,如上所述重复造型过程。整个大桶更换顺序可以在 10 分钟或更少的时间内完成。

[0111] [0111] 对本发明涉及的领域的技术人员来说,根据前述说明书以及与之相关的附图中存在的教导,可以想出对在此阐述的本发明的许多改进和其他实施例。所以,应当理解,本发明不局限于所公开的具体实施例,许多改进和其它实施例应该包括所附权利要求书的范围之内。虽然在此采用了专用术语,但是它们只是用于一般的和描述性的意义,不作为限制目的。所引用的所有专利申请、专利及其他出版物引入在此作为参考。

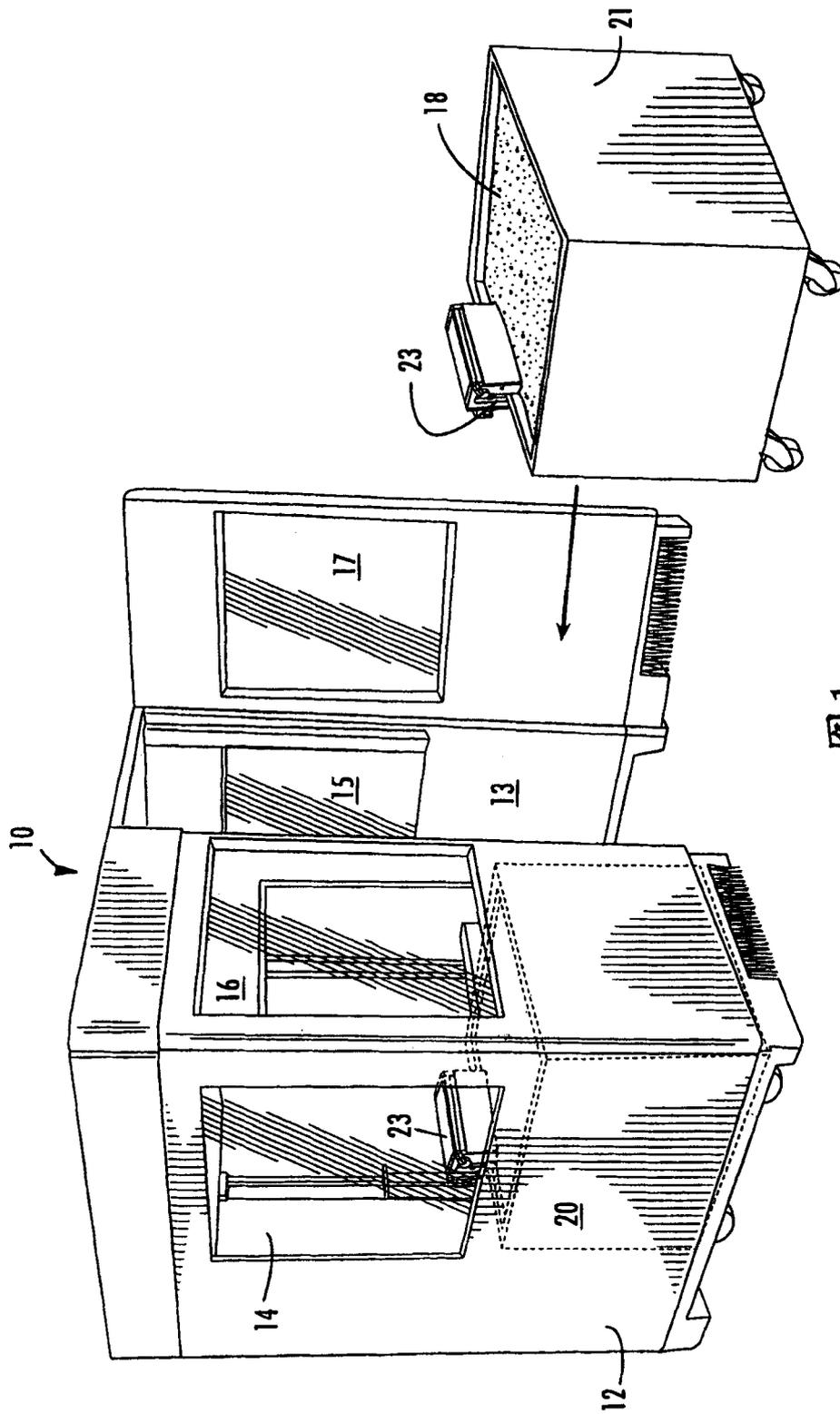


图1

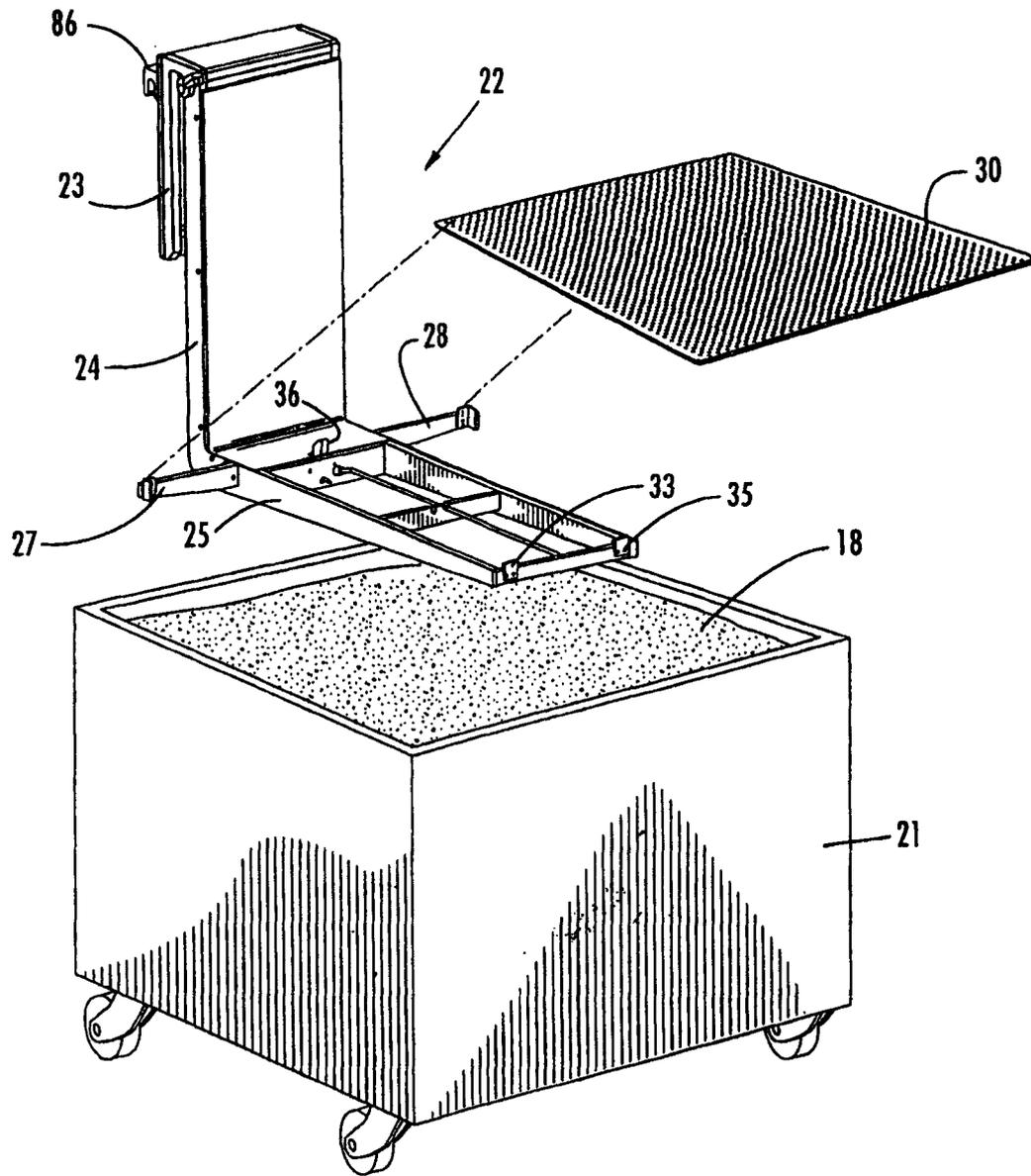


图 2

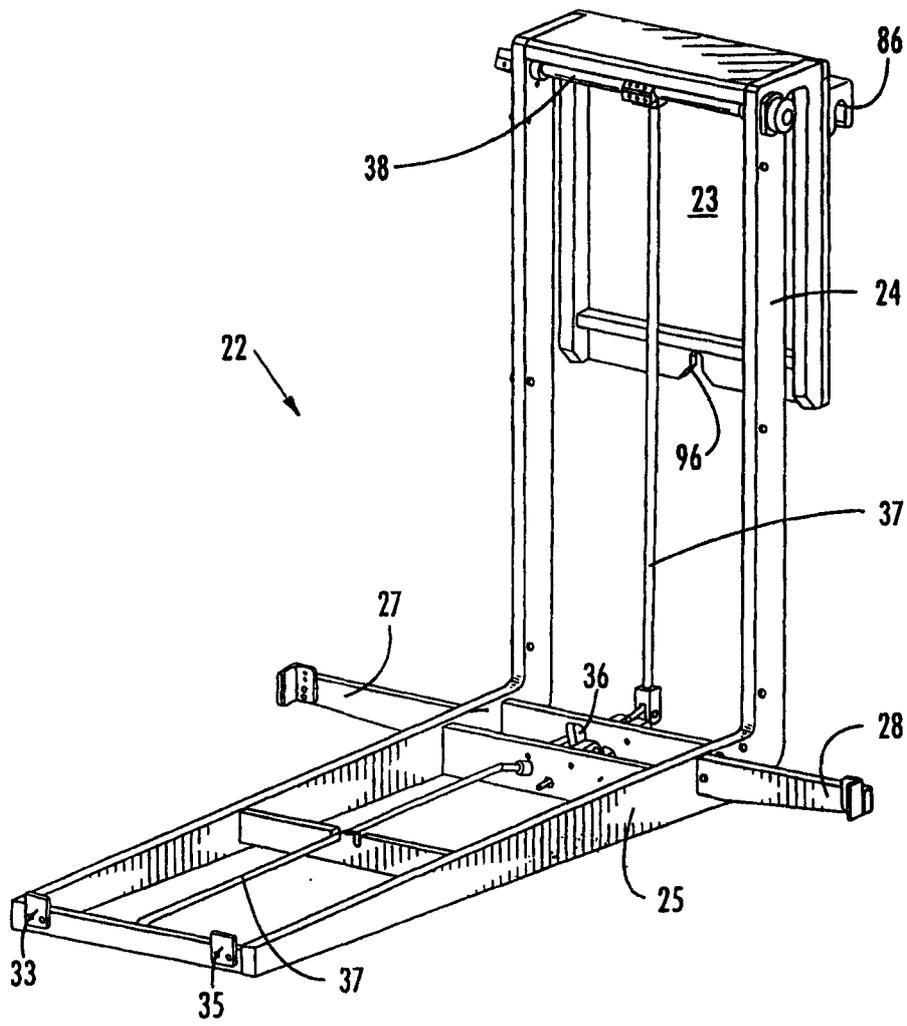


图 3

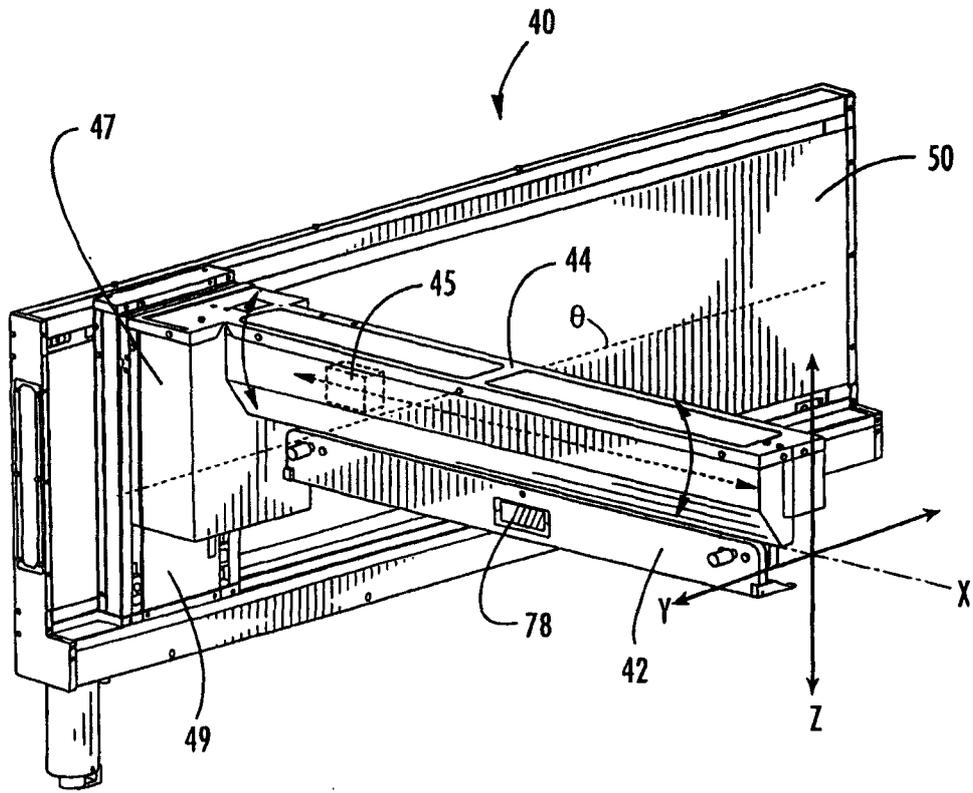
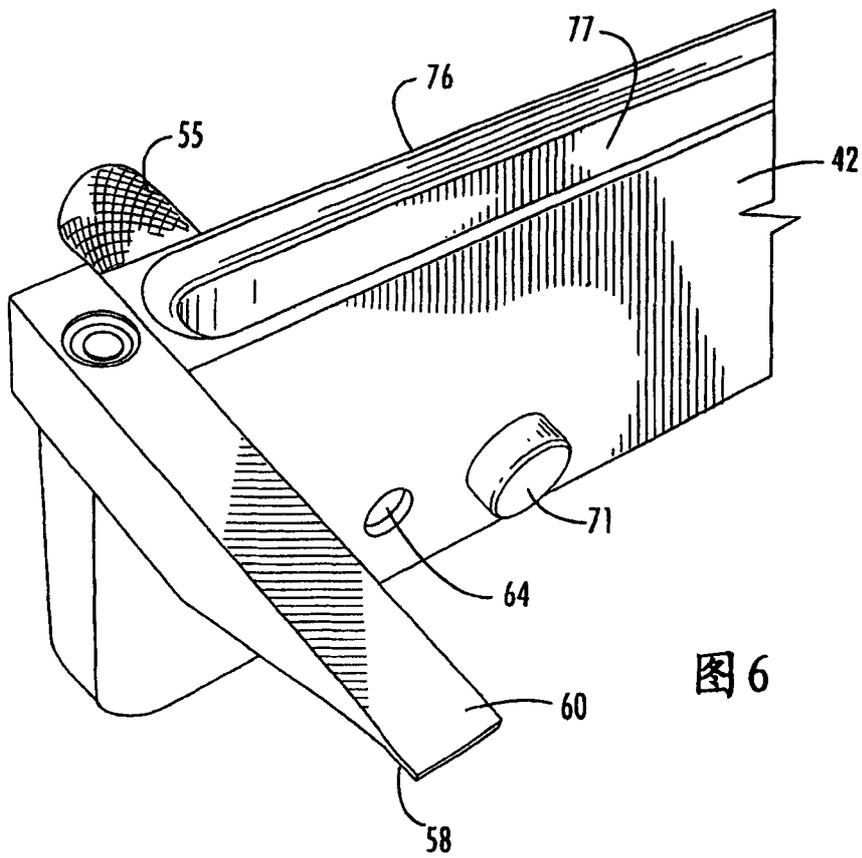
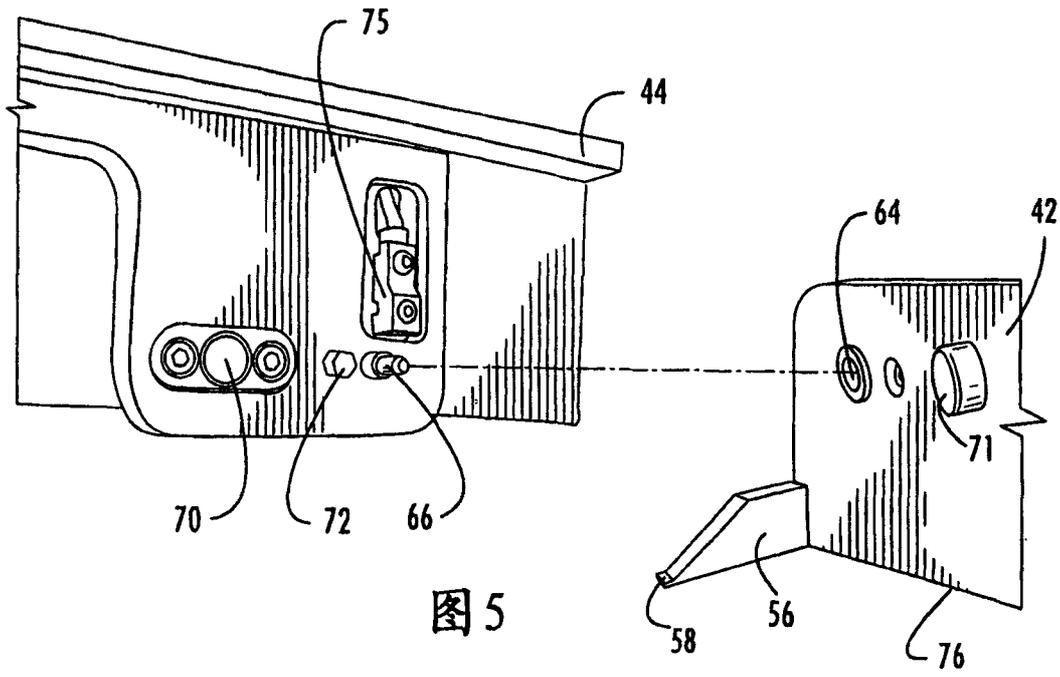


图 4



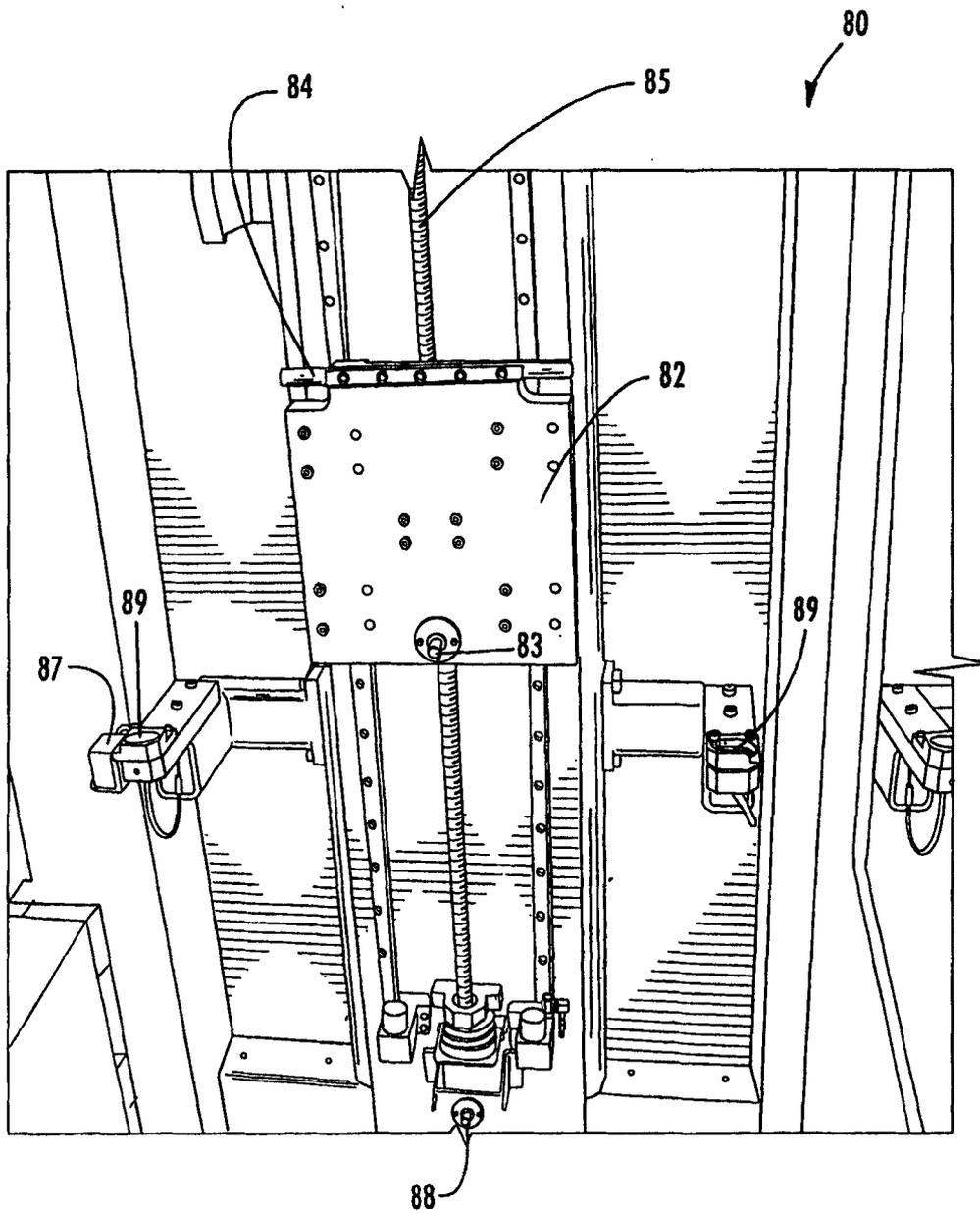


图 7

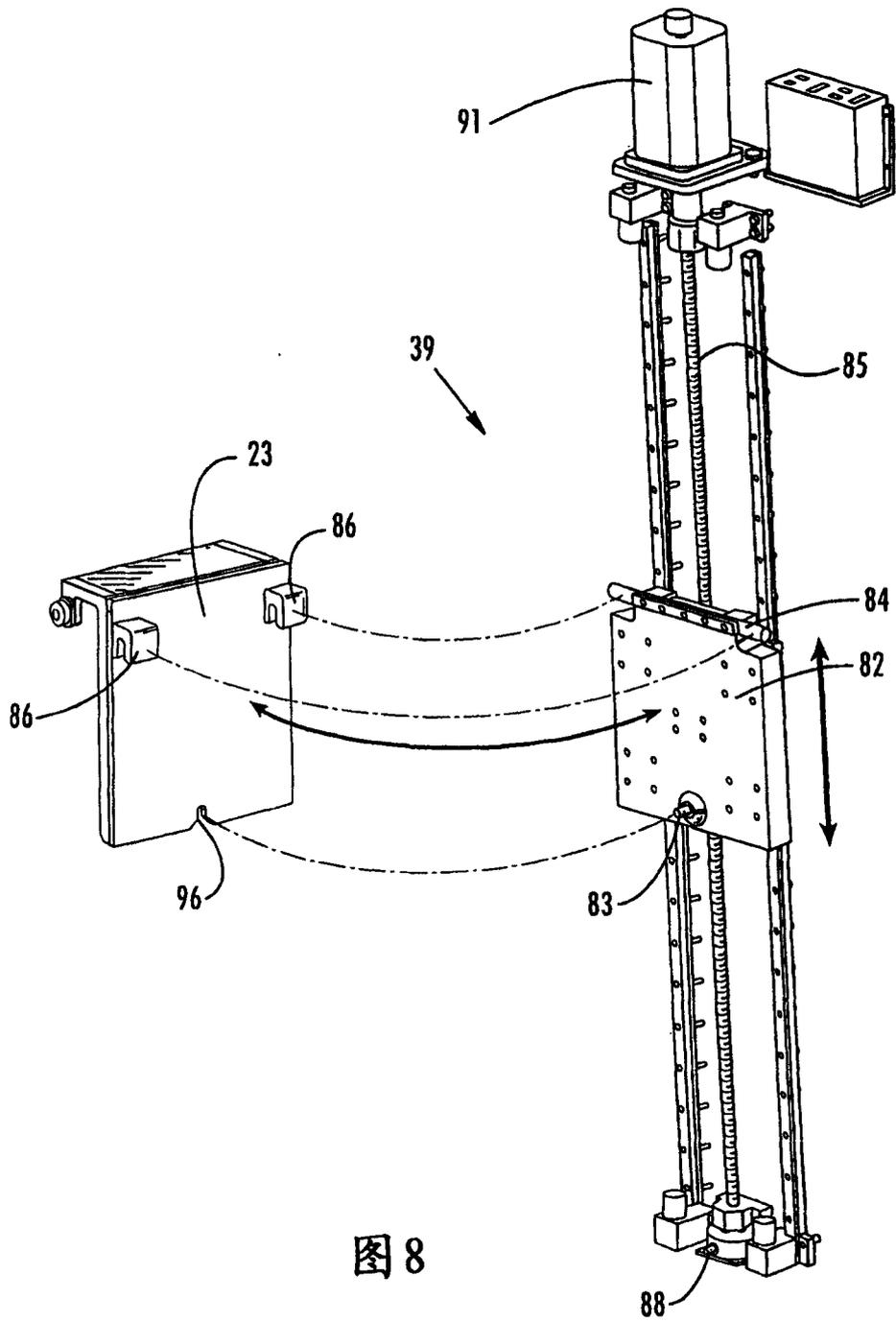


图 8

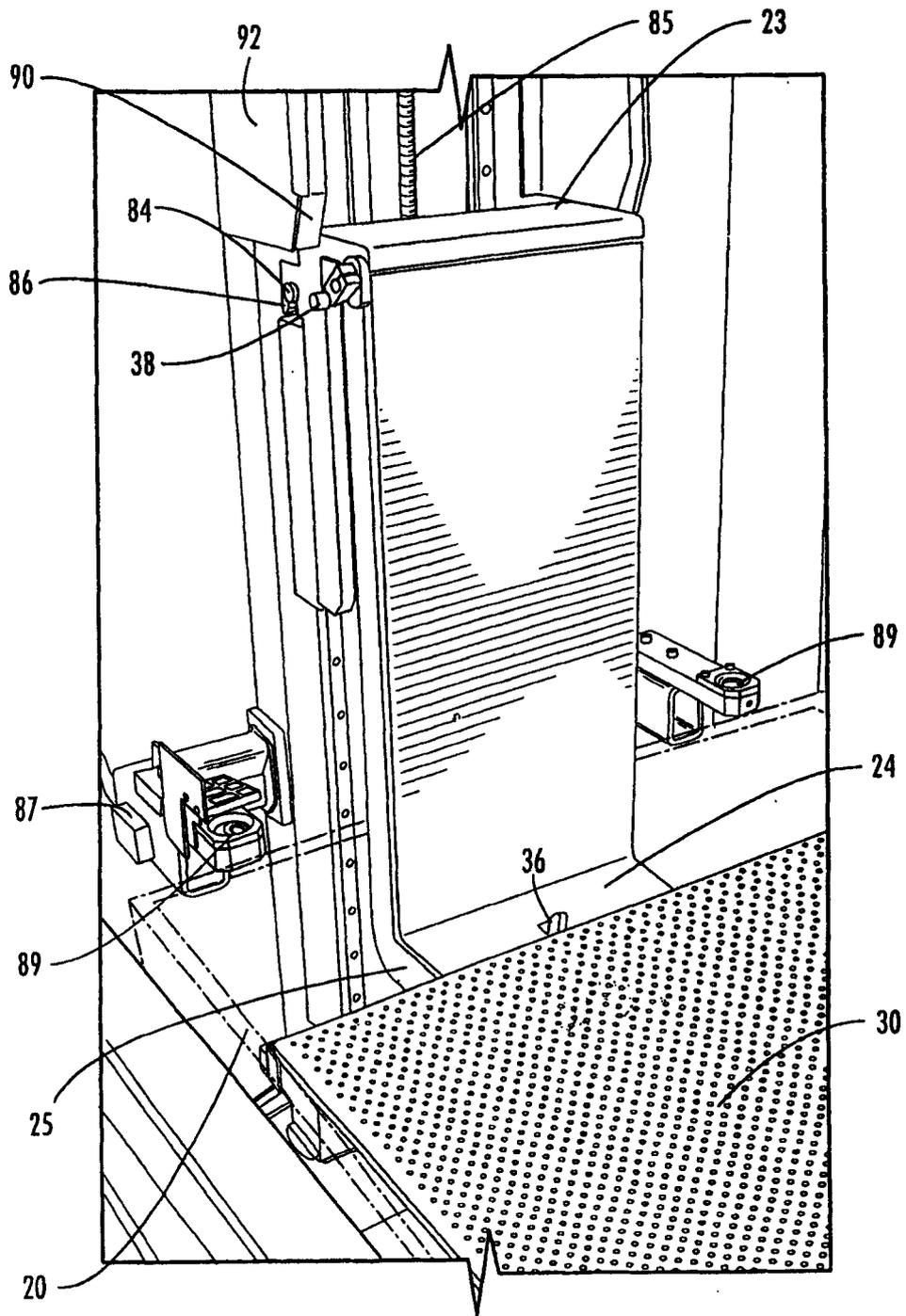


图 9

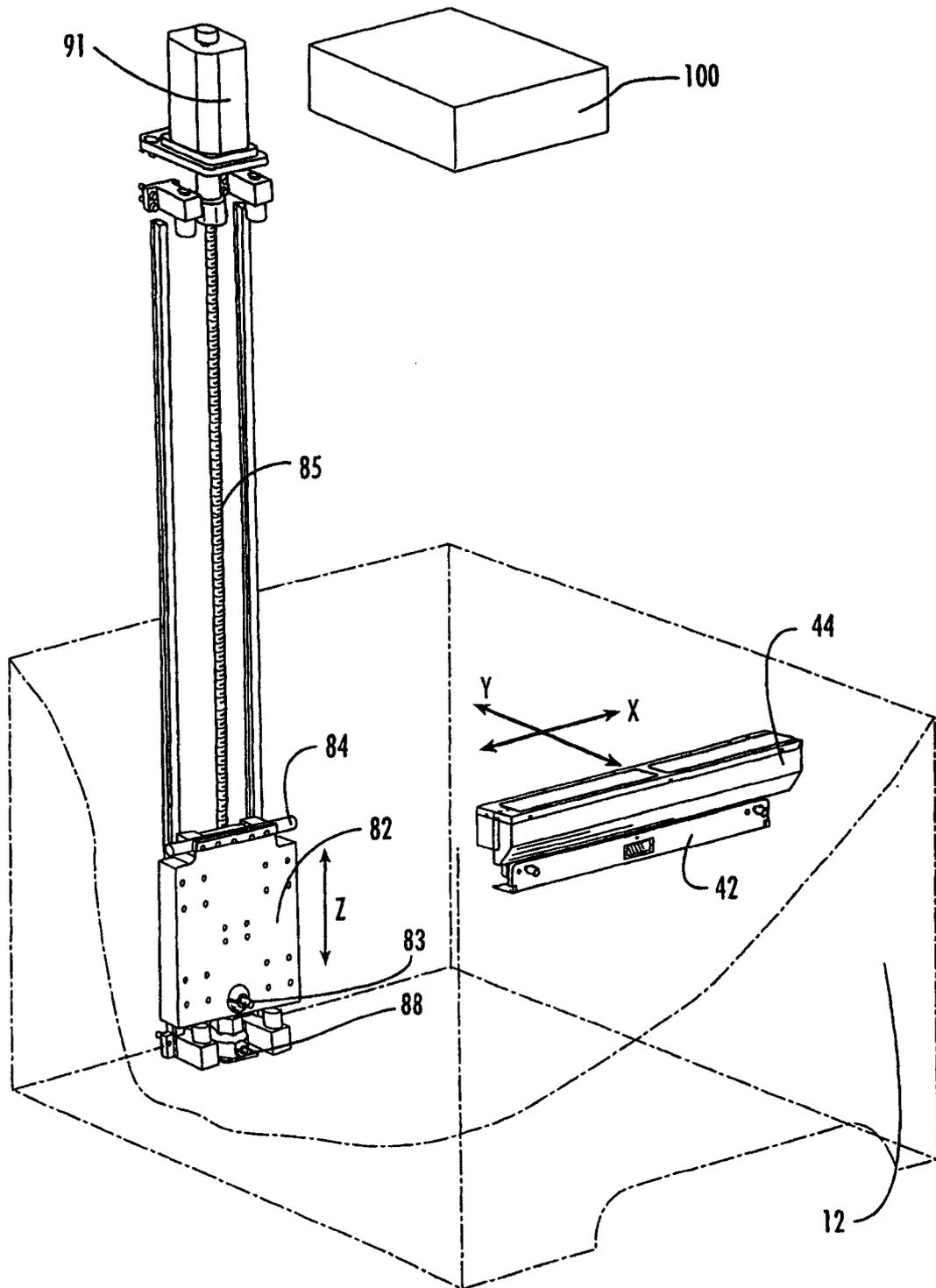


图 10

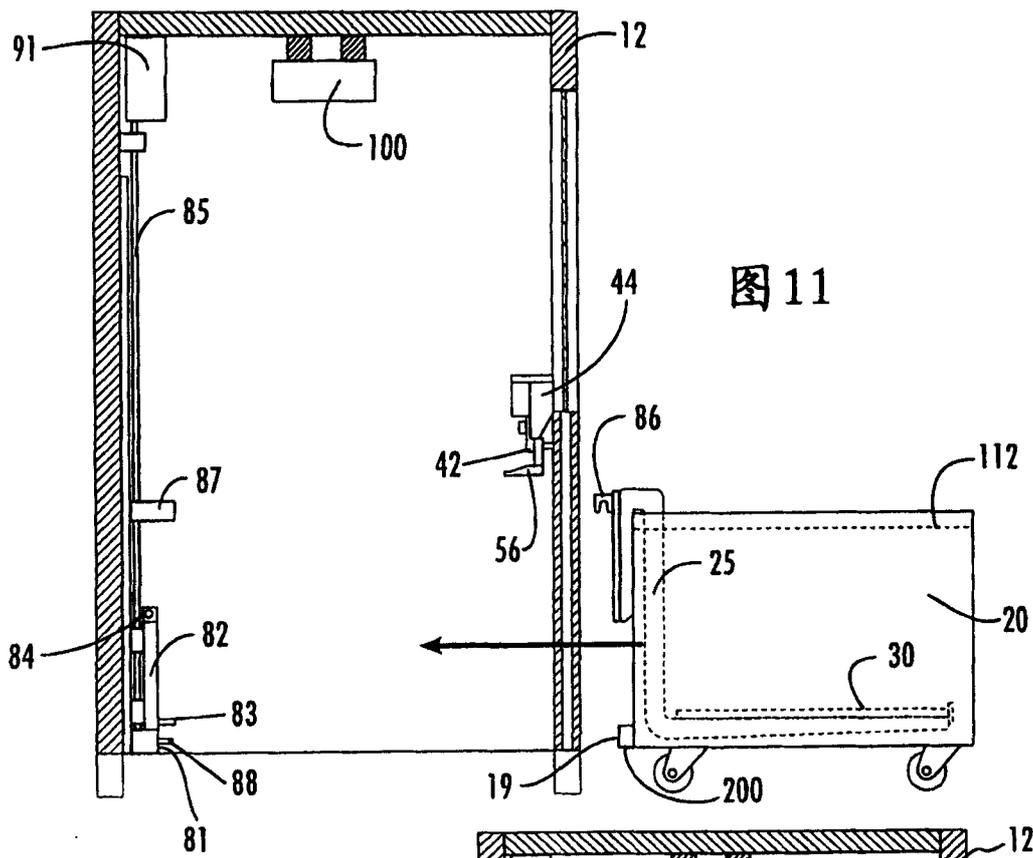
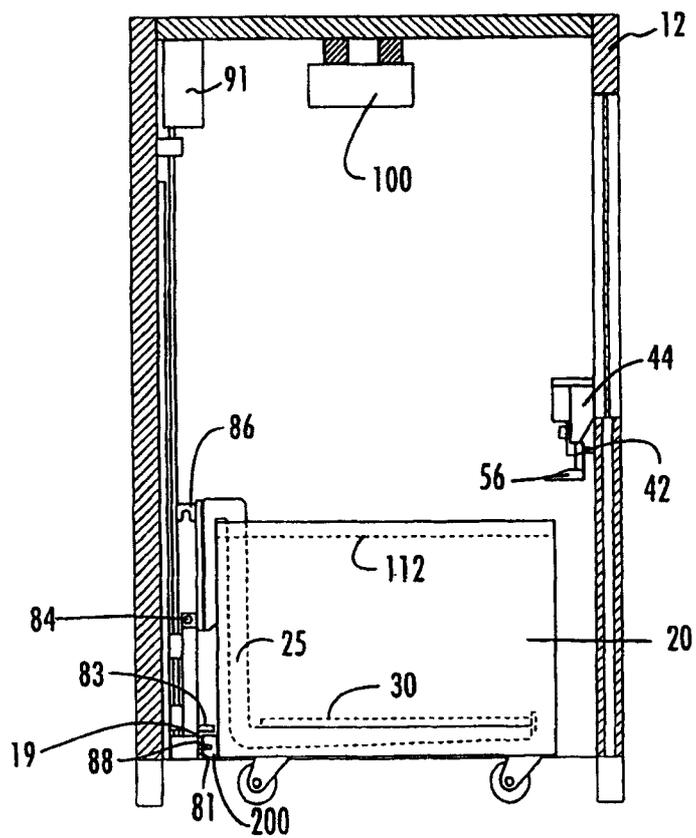


图 12



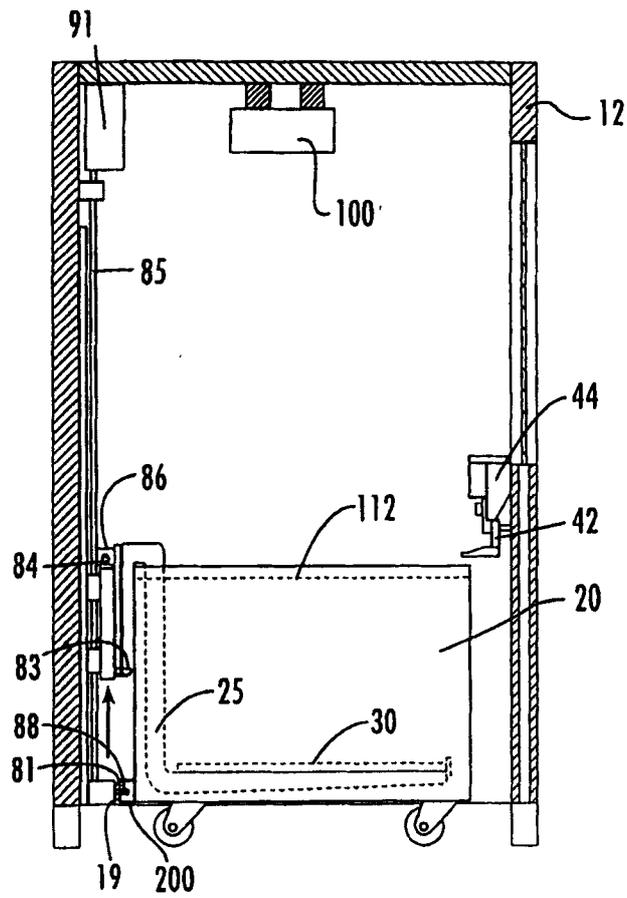


图 13

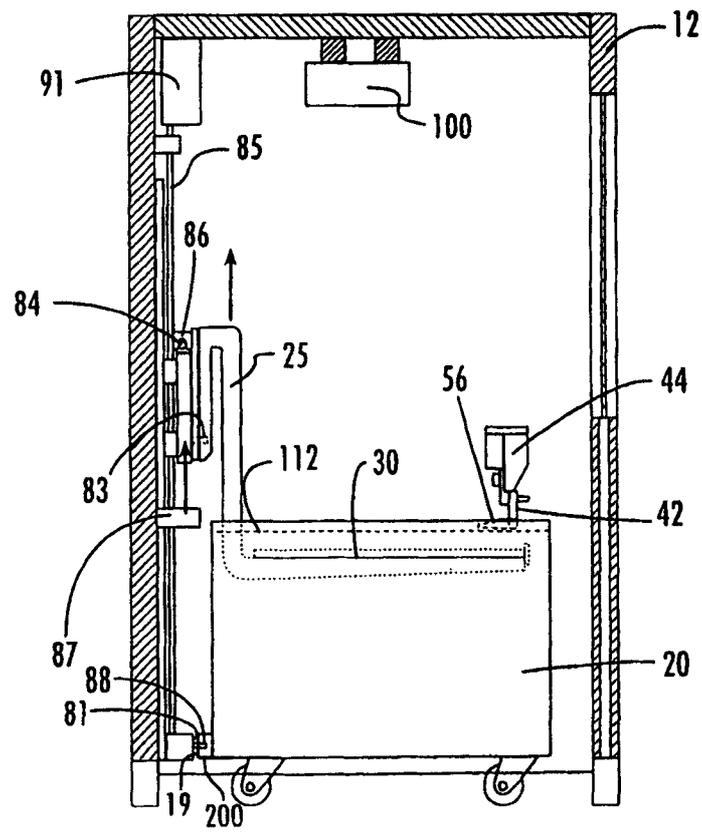


图 14

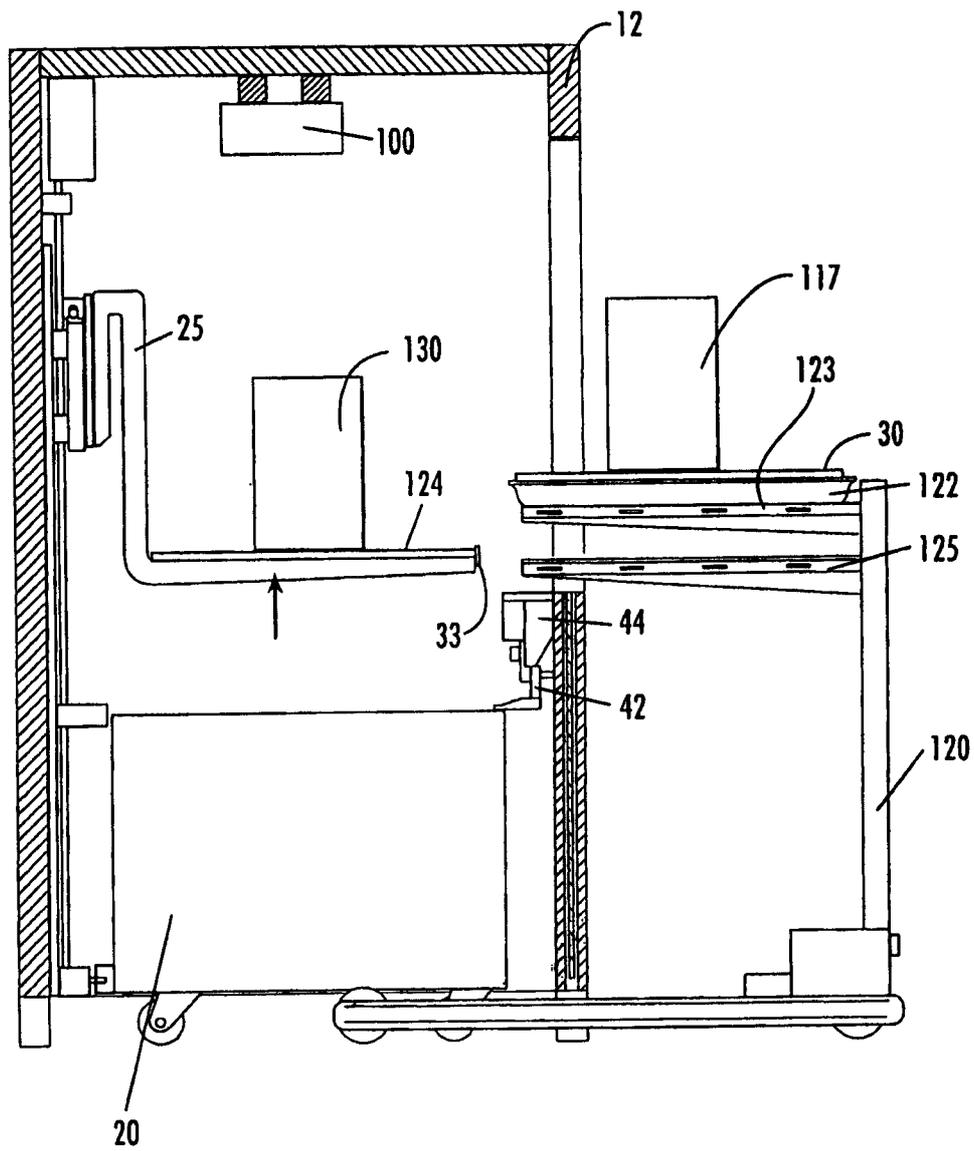


图 15

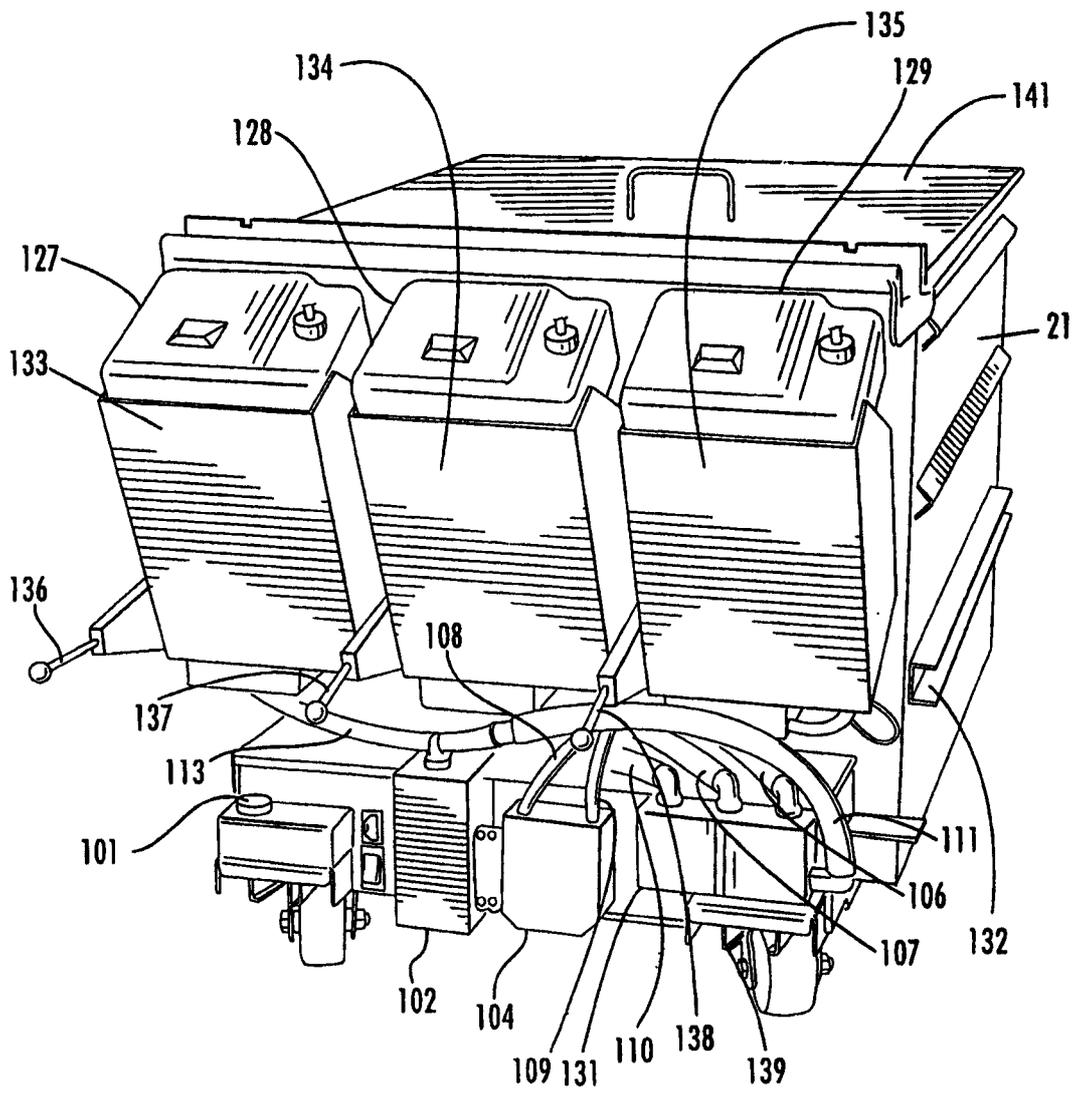


图 16

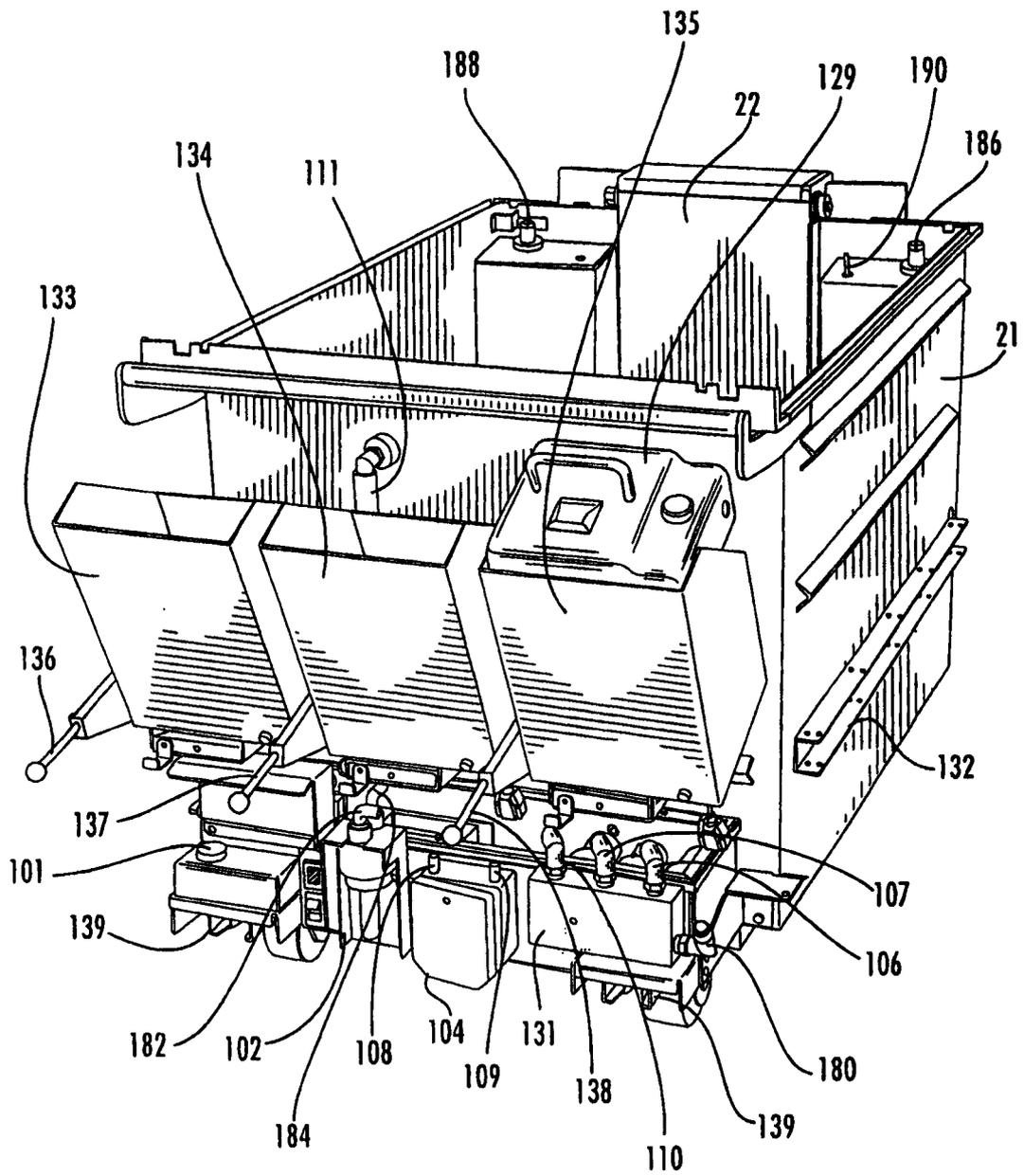


图 17

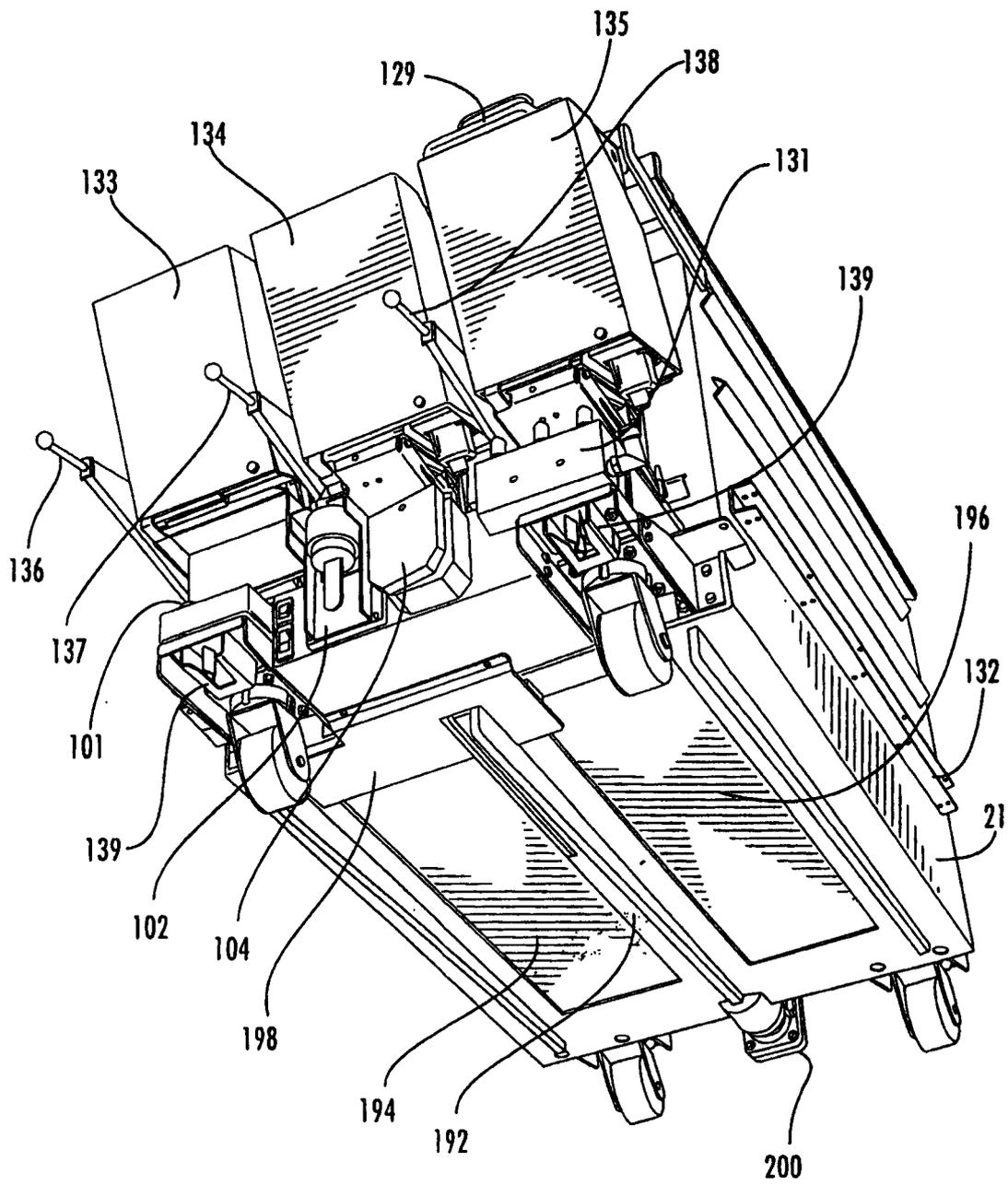


图 18

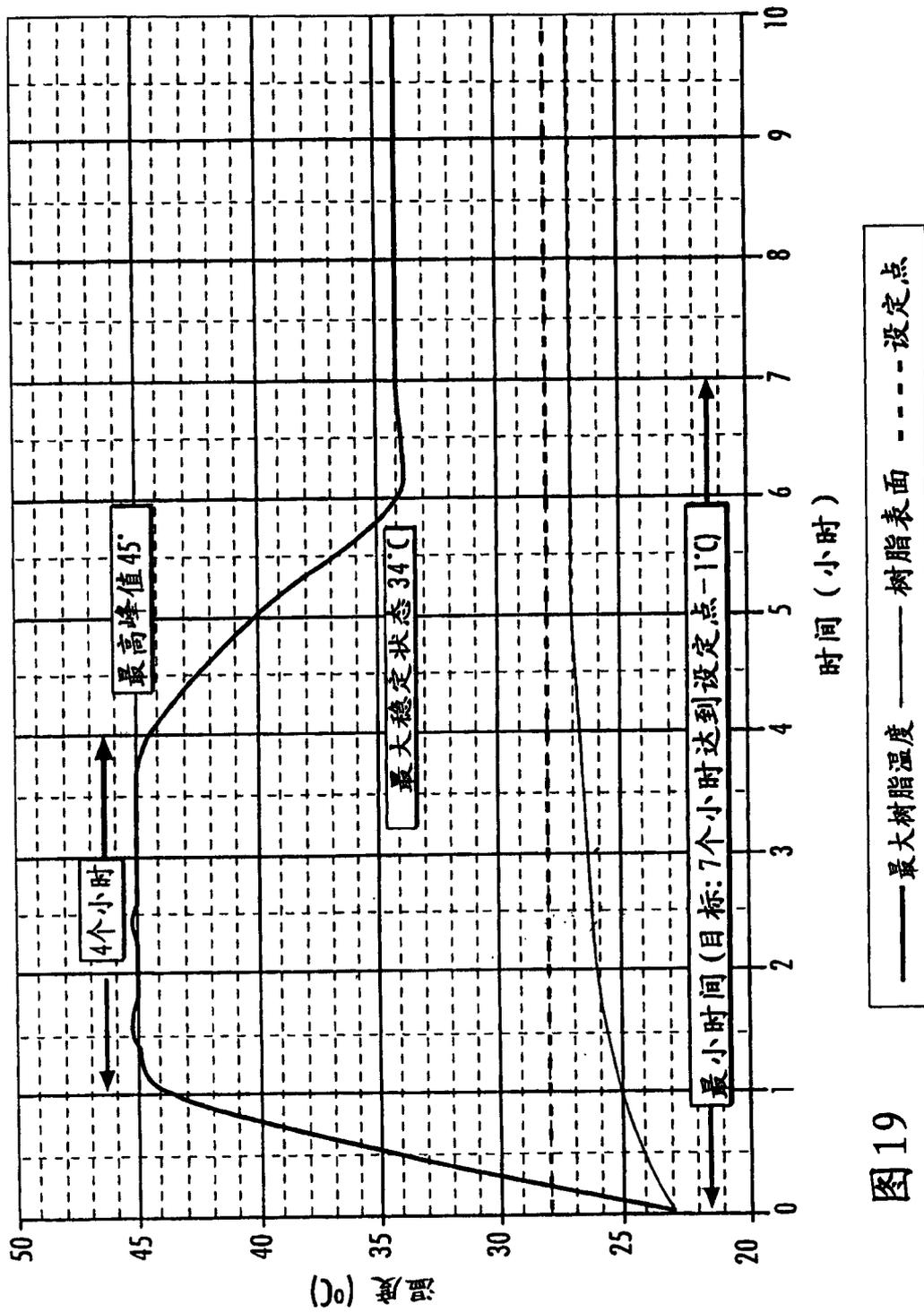


图19