(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108697057 B
(45)授权公告日 2021.07.30

(21)申请号 201680057672.3
(22)申请日 2016.10.07
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108697057 A
(43)申请公布日 2018.10.23
(30)优先权数据
62/238,733 2015.10.08 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.04.03
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/056191 2016.10.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/062918 EN 2017.04.13
(73)专利权人 马西利亚成长控股公司
地址 美国华盛顿州
(72)发明人 T·E·约瑟夫 Z·E.K.·鲁本松
B·M·德里普斯 J·L·卡波恰
A·A·汤姆森
(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 徐东升 赵蓉民
(51)Int.Cl.
*A01G 31/00*(2018.01)
*A01G 31/02*(2006.01)
*A01G 31/04*(2006.01)
*A01G 31/06*(2006.01)
*A01G 9/00*(2018.01)
*A01G 9/02*(2018.01)
(56)对比文件
US 4115950 A,1978.09.26
US 4115950 A,1978.09.26
US 3717953 A,1973.02.27
US 2010218423 A1,2010.09.02
US 8887439 B2,2014.11.18
US 2009320367 A1,2009.12.31
US 2013067810 A1,2013.03.21
CN 103781350 A,2014.05.07
审查员 冯勋伟

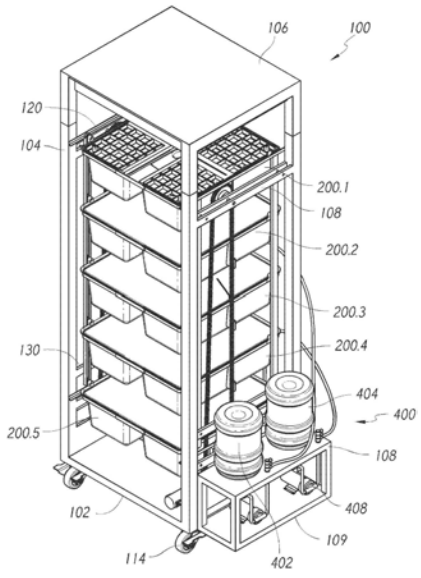
权利要求书5页 说明书14页 附图49页

(54)发明名称

# 种植系统和方法

(57)摘要

种植系统可包括适于以堆叠布置配置的多个模块化种植腔室,其中每个种植腔室围绕植株的对应部分。在植株生长期间可选择性地添加或移除种植腔室,使得可使用气栽、水栽或其他种植技术来不同地影响生长的植株的不同区段。种植腔室堆叠可以是便携式的并且设置有集成的或独立的升降装置以帮助操作者从堆叠添加或移除腔室。使用这样的系统可促进三个生长过程。这些包括用于从单个植株生产各种产品以便同时收获的过程,用于从单个植株产生所需尺寸产品的延长收获的过程,以及用于延长植株的生产寿命并提供多次连续永久收获的过程。




CN 108697057 B

1.一种用于管理植株的生长的种植系统,其包括:

多个种植腔室,每个所述种植腔室适于彼此互连以形成种植腔室堆叠;

当所述种植腔室被定位在所述种植腔室堆叠中时,每个种植腔室适于为所述植株中的单个植株的相应区段提供受控的气栽或水栽生长环境,所述受控的气栽或水栽生长环境独立于所述堆叠中的其他种植腔室提供的生长环境;

所述多个种植腔室限定延伸穿过多个堆叠的种植腔室的生长路径,以容纳所述单个植株的一部分;并且

每个种植腔室适于允许从所述种植腔室堆叠选择性地移除。

2.根据权利要求1所述的种植系统,其中所述种植腔室各自包括种植腔室基部,所述种植腔室基部具有形成于其中的通路,以便在所述种植腔室被定位于所述种植腔室堆叠中时允许所述植株的相应区段延伸穿过所述种植腔室。

3.根据权利要求1所述的种植系统,其中所述种植腔室适于彼此互连。

4.根据权利要求1所述的种植系统,其中所述种植腔室各自包括底板面板,其形成用于相应植株延伸穿过所述腔室的底板的通路。

5.根据权利要求1所述的种植系统,其还包括用于在所述腔室堆叠中支撑所述种植腔室的框架,其中所述框架包括用于升高和降低所述种植腔室的传送机构。

6.根据权利要求1所述的种植系统,其还包括用于选择性地升降一个或多个所述种植腔室的便携式升降机构。

7.根据权利要求1所述的种植系统,其中所述种植腔室包括允许切割装置切割所述种植腔室内的相应植株部分的通路。

8.根据权利要求1所述的种植系统,其中所述种植腔室包括用于接收和返回水、雾和营养物的摄入配件和返回配件,所述系统还包括用于将营养物分配到所述腔室堆叠中的一个或多个所述腔室的营养物分配系统。

9.根据权利要求8所述的种植系统,其中每个种植腔室包括用于在所述种植腔室内分配营养物的集成式营养物分配子系统,其中所述营养物分配子系统包括用于将所述营养物分配子系统耦接到所述营养物分配系统的快速连接配件。

10.根据权利要求2所述的种植系统,其中每个种植腔室还包括种植腔室基部,所述种植腔室基部具有用于将柔性膜密封地保持在所述种植腔室上的种植腔室覆盖密封通道。

11.一种用于管理植株的生长的过程,其包括:

提供多个种植腔室,每个所述种植腔室适于形成种植腔室堆叠,并且为所述植株的单个植株的相应区段提供受控的气栽或水栽生长环境,所述受控的气栽或水栽生长环境独立于所述堆叠中的其他种植腔室提供的生长环境,所述多个种植腔室限定延伸穿过多个堆叠的种植腔室的生长路径,以容纳所述单个植株的一部分;

在所述腔室中的第一腔室中引发起始产品的生长;

在所述第一腔室上方安装所述腔室中的第二腔室以影响所述植株的第一区段的生长;

在所述第二腔室上方安装第三腔室以影响所述植株的第二区段的生长。

12.根据权利要求11所述的过程,其还包括以下步骤:通过从至少两个所述腔室收获产品而产生来自所述植株的各种尺寸的产品,每个相应腔室中的产品大约同时具有不同的成熟度水平。

13.根据权利要求11所述的过程，其还包括以下步骤：通过在所述腔室中的所述第一腔室中的产品达到期望成熟度时收获所述第一腔室中的产品并且在所述腔室中的所述第二腔室中的产品达到所述期望成熟度时收获所述第二腔室中的产品，延长所述植株的收获。

14.根据权利要求11所述的过程，其还包括以下步骤：通过在所述腔室中的所述第一腔室中的产品达到期望成熟度时收获所述第一腔室中的产品并且在所述第三腔室上方增加所述腔室中的第四腔室以影响所述植株的第三区段的生长，延长所述植株的生产寿命。

15.根据权利要求11所述的过程，其还包括以下步骤：提供用于移动所述种植腔室堆叠中的一个或多个所述种植腔室的传送机构，以允许从所述种植腔室堆叠中的另一个所述种植腔室进行移除和收获。

16.根据权利要求11所述的过程，其还包括以下步骤：用切割机构切断所述植株的区段。

17.根据权利要求11所述的过程，其还包括以下步骤：使用气栽或水栽技术向每个所述种植腔室提供营养物。

18.根据权利要求11所述的过程，其还包括以下步骤：使用潮汐灌溉技术向每个所述种植腔室提供营养物。

19.根据权利要求11所述的过程，其还包括以下步骤：使用集成到每个所述种植腔室中的营养物分配子系统向所述种植腔室提供营养物。

20.一种用于管理植株生长的方法，其包括：

提供多个种植腔室，每个所述种植腔室包括均含有开口的基部和盖，并且适于彼此堆叠以便为植株限定中央生长路径，并为所述植株的相应区段提供相应受控的气栽或水栽生长环境，所述受控的气栽或水栽生长环境独立于所述堆叠中的其他种植腔室提供的生长环境；

将处于第一成熟度水平的所述植株的第一区段放置在所述腔室中的第一腔室中；

通过控制所述第一腔室内的环境来控制所述植株的所述第一区段沿着所述中央生长路径的生长；

当所述植株达到第二成熟度水平时，将所述腔室中的第二腔室放置在所述第一腔室上方，所述第一腔室和所述第二腔室形成堆叠；

通过控制所述第二腔室内的环境来控制所述植株的第二区段沿着所述中央生长路径的生长；

当所述植株达到第三成熟度水平时，将所述腔室中的第三腔室放置在所述堆叠上并在所述第二腔室上方；

通过控制所述第三腔室内的环境来控制所述植株的第三区段沿着所述中央生长路径的生长；以及

当所述植株达到第四成熟度水平时，从所述第一腔室收获农作物。

21.根据权利要求20所述的方法，其中收获农作物的步骤包括从所述植株切断所述第一区段并从所述堆叠移除所述第一腔室。

22.根据权利要求20所述的方法，其中所述腔室各自限定从所述中央生长路径延伸的至少一个横向生长路径，并且其中控制生长的步骤包括控制在每个腔室中沿相应横向生长路径的生长。

23.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：控制所述第一植株区段、所述第二植株区段和所述第三植株区段中的至少两个区段以用作生产农作物的生产区域，并且为所述植株的冠层提供光源，其中所述植株的所述至少两个区段中的每个区段中的所述生产区域从透过所述植株冠层的单独光获得能量。

24.根据权利要求20所述的方法，其还包括将所述腔室中的第四腔室放置在所述堆叠上并在所述第三腔室上方，并且通过控制所述第四腔室内的环境来控制所述植株的第四区段沿着所述中央生长路径的生长。

25.根据权利要求20所述的方法，其还包括通过以下操作来连续收获：

(a)当所述腔室中的最下面腔室中的植株区段达到成熟时，从所述堆叠的底部移除所述最下面腔室；

(b)降低所述腔室的堆叠；以及

(c)在所述堆叠的顶部上放置顶部腔室以控制所述植株的顶部区段的生长。

26.根据权利要求20所述的方法，其中所述植株的所述第一区段是起始产品。

27.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：使用传送机构来降低所述种植腔室堆叠。

28.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：用切割机构切断所述植株的区段。

29.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：使用气栽技术向每个所述种植腔室提供营养物。

30.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：使用水栽技术向每个所述种植腔室提供营养物。

31.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：使用集成到每个所述种植腔室中的营养物分配子系统向所述种植腔室提供营养物。

32.根据权利要求20所述的方法，其中控制所述第一植株区段、所述第二植株区段和所述第三植株区段的生长的步骤包括在所述第一植株区段、所述第二植株区段和所述第三植株区段中的至少两个区段中产生根群和农作物。

33.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：用相应的腔室围闭所述植株的所述区段。

34.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：用固定到所述腔室中相应的腔室的所述盖围闭所述植株的所述区段。

35.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：通过基本上同时从所述腔室中的至少两个腔室收获产品而从所述植株生产各种尺寸的产品，每个相应腔室中的产品具有不同的成熟度水平。

36.根据权利要求20所述的方法，其还包括使用框架来支撑所述堆叠中的所述腔室，所述框架允许移除所述腔室中的最下面腔室以便收获。

37.根据权利要求20所述的方法，其中控制植株区段的生长的步骤包括使用集成的营养物分配系统。

38.根据权利要求20所述的方法，其中所述第一腔室包括将所述植株的所述第一区段与所述植株的其他区段隔离开的围闭内部空间，并且其中控制所述环境的步骤包括：随着

所述植株生长，控制提供到所述第一腔室的所述内部空间的营养物。

39.根据权利要求20所述的方法，其中所述第一腔室、所述第二腔室和所述第三腔室各自包括相应的围闭内部空间，并且其中所述第一内部空间、所述第二内部空间和所述第三内部空间彼此隔离开以允许独立地控制所述第一内部空间、所述第二内部空间和所述第三内部空间中的每个空间内的环境，所述方法还包括以下步骤：随着所述植株生长，独立地控制所述第一植株区段、所述第二植株区段和所述第三植株区段在所述第一内部空间、所述第二内部空间和所述第三内部空间中的每个相应空间内的生长。

40.根据权利要求20所述的方法，其还包括从所述堆叠的底部移除所述第一腔室并将所述第一腔室放置在所述堆叠的顶部上以使得修改冠层的区段在所述第一腔室内延伸的步骤，并且还包括促使在所述修改冠层的区段上形成根。

41.根据权利要求20所述的方法，其中所述植株的所述第二成熟度水平包括所述植株的所述第一区段上的根群和所述植株的所述第二区段上的枝段，并且其中将所述腔室中的所述第二腔室放置在所述第一腔室上方的步骤还包括将所述植株的第二区段的所述枝段围闭在所述第二腔室的内部空间内并且将所述枝段与环境光屏蔽开以从茎杆、叶柄和/或叶部分生成根生长。

42.根据权利要求20所述的方法，其还包括以下步骤：在从所述第一腔室收获农作物的同时从所述堆叠的底部移除所述第一腔室，并将所述第一腔室放置在所述堆叠的顶部上以围闭所述植株的第四区段的修改冠层区段，由此将所述第四区段与光屏蔽开并促使所述植株的所述第四区段产生根。

43.根据权利要求20所述的方法，其还包括提供可移动地安装在所述第一腔室内的切割刀片，并且其中从所述第一腔室收获农作物的步骤包括：通过移动所述第一腔室内的所述切割刀片从所述植株的所述第二区段切断所述植株的所述第一区段。

44.根据权利要求20所述的方法，其还包括通过以下操作延长所述植株的生产寿命的步骤：

a)在从所述第一腔室收获农作物之后将所述第一腔室放置在所述第三腔室上方，以促使所述第三腔室上方的所述植株的冠层区段产生根群；

b)然后在所述植株进一步成熟之后，从所述第二腔室收获农作物并且将所述第二腔室重新放置在所述第一腔室上方，以促使所述第一腔室上方的所述植株的冠层区段产生根群，并且继续进行步骤a)和b)以从所述植株持续生产农作物。

45.根据权利要求20所述的方法，其还包括将所述第一腔室、所述第二腔室和所述第三腔室中的每个腔室支撑在所述第一腔室、所述第二腔室和所述第三腔室外部的支撑框架上的步骤，并且还包括在所述第二腔室和所述第三腔室被支撑在所述支撑框架上的同时从所述堆叠移除所述第一腔室的步骤。

46.根据权利要求45所述的方法，其中所述支撑框架包括传送机构，并且其中移除所述第一腔室的步骤包括使所述第一腔室与所述传送机构脱离接合，并且还包括在从所述堆叠移除所述第一腔室之后用所述传送机构降低所述第二腔室和所述第三腔室的步骤。

47.根据权利要求20所述的方法，其还包括控制所述第一植株区段的生长以在所述第一腔室中生产第一尺寸产品和控制所述第二植株区段的生长以在所述第二腔室中生产第二尺寸产品的步骤，并且还包括与从所述第一腔室收获农作物的步骤基本上同时地从所述

第二腔室收获农作物的步骤。

48.根据权利要求42所述的方法，其还包括以下步骤：在将所述第一腔室放置在所述堆叠的顶部上之前修改所述植株的冠层。

49.根据权利要求20所述的方法，其中所述植株的所述第二成熟度水平包括在所述第一腔室上方的枝段区段，并且其中将所述腔室中的所述第二腔室放置在所述第一腔室上方的步骤包括围闭所述枝段区段以将所述枝段区段转变成根区段。

50.一种用于管理单一植株的生长的方法，其包括：

提供多个种植腔室，每个所述种植腔室包括均含有开口的基部和盖，并且适于彼此堆叠并为所述植株的相应区段提供相应受控的气栽或水栽生长环境，所述受控的气栽或水栽生长环境独立于所述堆叠中的其他腔室提供的生长环境；

将处于第一成熟度水平的所述植株的第一区段放置在所述腔室中的第一腔室中；

通过控制所述第一腔室内的环境来控制所述植株的所述第一区段的生长；

当所述植株达到第二成熟度水平时，将所述腔室中的第二腔室放置在所述第一腔室上方，所述第一腔室和所述第二腔室形成堆叠；

通过控制所述第二腔室内的环境来控制所述植株的第二区段的生长，所述第二腔室内的环境独立于所述第一腔室内的环境；

当所述植株达到第三成熟度水平时，将所述腔室中的第三腔室放置在所述堆叠上并在所述第二腔室上方；

通过控制所述第三腔室内的环境来控制所述植株的第三区段的生长，所述第三腔室内的环境独立于所述第一腔室和所述第二腔室内的环境；以及

当所述植株达到第四成熟度水平时，从所述第一腔室收获农作物。

51.一种用于管理单一植株的生长的方法，其包括：

提供多个种植腔室，每个所述种植腔室包括均含有开口的基部和盖，并且适于彼此堆叠并为所述植株的相应区段提供相应受控的气栽或水栽生长环境，所述受控的气栽或水栽生长环境独立于所述堆叠中的其他种植腔室提供的生长环境；

向所述植株提供营养物和光能；

通过控制所述种植腔室中的第一腔室内的环境来控制处于第一成熟度水平的所述植株的第一区段的生长；

当所述植株达到第二成熟度水平时，将所述腔室中的第二腔室放置在所述第一腔室上方，所述第一腔室和所述第二腔室形成堆叠；

通过控制所述第二腔室内的环境来控制所述植株的第二区段的生长，所述第二腔室内的环境独立于所述第一腔室内的环境；

当所述植株达到第三成熟度水平时，将所述腔室中的第三腔室放置在所述堆叠上并在所述第二腔室上方；

通过控制所述第三腔室内的环境来控制所述植株的第三区段的生长，所述第三腔室内的环境独立于所述第一腔室和所述第二腔室内的环境；以及

当所述植株达到第四成熟度水平时，从所述第一腔室收获农作物。

# 种植系统和方法

[0001] 优先权要求和相关申请的引用

[0002] 本专利申请根据所有适用的法律、条约和法规要求于2015年10月8日提交的标题为“AEROPONIC GROWING SYSTEMS AND METHODS”的美国临时申请No.62/238,733的优先权，其主题通过引用整体并入。

[0003] 版权声明

[0004] 本专利文件的公开内容的一部分包含受版权保护的材料。当专利文献或专利公开内容出现在专利和商标局专利文件或记录中时，版权所有者不反对任何人对专利文献或专利公开内容进行传真复制，但是无论如何以其他方式保留所有版权。

## 技术领域

[0005] 本公开涉及用于种植植物的系统和方法，其包括用于在气栽和水栽环境中水栽培种植植物的固定和/或便携式系统。

## 背景技术

[0006] 术语“气栽(aeroponics)”是指在不使用土壤或另一种聚集的培养基的情况下在空气或薄雾环境中种植植株。气栽种植的基本原理是将植株悬挂在植株支撑结构上，并且通过用富含营养物的水溶液喷淋植株的悬垂根和下部茎而在封闭或半封闭环境中种植悬挂的植株。通常被称为冠层(canopy)的植株的叶和冠延伸到植株支撑结构上方并且植株的根部延伸到植株支撑结构下方。理想的是，环境被保持免受害虫和疾病的侵害，使得植株可以比在培养基中种植的植株更健康且更快速地生长。

[0007] 各种气栽和水栽种植系统和方法在现有技术中是已知的。关于气栽系统，美国专利第8,533,992号和第8,782,948号描述了例示现有技术的气栽系统。术语“水栽(hydroponic)”是指使用矿物营养液的植株种植，通常在水中，没有土壤。植株可以在其根部直接暴露于矿物溶液或者暴露于与惰性培养基(诸如珍珠岩、石棉或砾石、火山岩等)结合的溶液中的情况下生长。

[0008] 在精心控制的实验室环境中，例如在与植株生理学研究相关的环境中，已经证明了气栽和水栽技术非常成功。然而，由于本领域的挑战，对于农作物的主流生产或广泛的商业规模适用，气栽和水栽技术尚未被认为是可行的。此外，这种系统不提供对单个植株的不同区段的控制和管理，这种控制和管理进而提供对与单个植株以及因此整体农作物相关的产出和生长效率的更有效控制。此外，这种现有技术系统通常是固定不动的，并且不适于便携性和源自便携性的优点，包括用于种植、分配和销售给定农作物或植株产品的新市场模型。

[0009] 相关领域中的挑战包括提供可扩展的种植系统，其可以容易地适应不同植株的要求并且可以提供对单个植株的增加的控制和管理，由此增加生产(产量)，改进可从植株获得的产品配搭，并且增加植株的有用的生产寿命。

[0010] 相关领域中的其他挑战包括提供高效和多产的种植系统，使得与操作相关的能量

成本通过所产生的输出来证明合理。

[0011] 本领域中的另一个挑战是提供系统，该系统提供对植株生长的多样性和高度特制的控制，并且制造、安装、操作和维护容易且相对便宜。

## 发明内容

[0012] 根据一个方面，一种种植系统包括多个模块化种植腔室，每个种植腔室适于彼此互连以形成种植腔室堆叠。当种植腔室被定位在种植腔室堆叠中时，每个种植腔室还适于至少部分地围闭植株的相应区段并且为植株的相应区段提供受控的生长环境，并且每个种植腔室适于允许从种植腔室堆叠中选择性地移除。如本文所使用的，术语“适于”意指部件包括使该部件能够实现所述功能的结构，诸如与另一个部件互连。

[0013] 腔室的堆叠可以围绕在其内生长的植株，其中每个种植腔室围绕该植株的对应部分，诸如根群、植株产品、植株茎杆、植株冠层等。种植腔室可以在植株生长期间被选择性地添加或移除，同时几乎不对植株造成破坏，使得生长植株的不同区段可以受到相应的周围种植腔室和其中容纳的气栽和/或水栽特征部的不同影响。因此可以利用种植腔室配置来管理和控制植株生长、产出、收获并且延长植株的生产寿命，由此实现独特的生长和收获方法和过程。

[0014] 根据本公开的另一个方面，通过种植系统的模块化种植腔室特征部来促进用于种植和收获农作物的许多独特过程。根据这些独特的过程，可以通过在植株生长期间添加或移除种植腔室来修改种植腔室堆叠，以适应和影响植株生长和生产。根据这些独特的过程中的一个(在此被称为从单个植株生产各种产品以同时收获的过程)，随着植株生长，种植腔室堆叠被修改，使得该系统产出各种不同尺寸的产品，所有这些产品都可以同时被收获。对于管状栽培品种(诸如土豆)，可以有利地使用模块化腔室特征部以便于同时收获不同尺寸、不同成熟度的蔬菜，其可包括来自单个植株的块茎(即土豆初始块)、小尺寸土豆、中等尺寸土豆、面包尺寸土豆和大面包尺寸土豆。因此，模块化腔室结构允许同时从单个种植腔室堆叠中收获各种产品尺寸和类型(即，块茎和土豆)。

[0015] 根据本公开的另一个方面，模块化种植腔室促进用于从单个植株产生期望尺寸产品的延长收获的独特过程。根据该方面，与现有技术相比，模块化腔室特征部提供了在延长时间段内从单个植株收获期望的尺寸或类型的产品(即，大面包尺寸的土豆)。根据该方面，首先通过添加种植腔室和修改植株来开发种植系统，使得开发出具有不同成熟度期望尺寸的产品的相应数量的不同种植腔室。当第一腔室(用于诸如土豆的管状农作物的底部腔室)中的产品达到期望的成熟度水平时，从第一腔室收获期望尺寸的产品。移除该腔室并且允许下一个较高腔室中的产品成熟一段时间，直至其达到期望的尺寸/成熟度。然后，收获该腔室。根据该方面，对于给定尺寸的产品，植株的生产周期可以延长数周、数月或数年。就此而言，该种植系统被用来影响或以其他方式操纵和/或控制植株生产，以实现适合市场需求的数量和时机。

[0016] 根据本公开的另一个方面，模块化腔室结构可被用于促进延长植株的生产寿命并且提供多次连续永久收获的过程。该方法允许植株继续生长和生产一定时间，该时间明显超过现有技术中通常可获得的时间，并且在管状栽种(诸如土豆)的情况下，不需要以新的种子、克隆、切割或块茎等等开始。该过程可涉及从种植腔室堆叠移除腔室。这允许植株继

续以其自然方式生长并且保持所期望的任何收获时间表。例如，如果一个人想用这种过程收获刚好面包尺寸的土豆，则在最低的腔室中获得所期望的面包尺寸后，移除该腔室。接下来，植株部分继续生长，然后在植株上方添加另一个腔室。然后将封盖安装在顶部腔室上。例如，封盖下面的植株叶子被切割，留下叶茎处于适当位置以刺激和促进根部生长并且保持两种不同的生长环境。在下部腔室具有期望的面包尺寸之后，重复该过程。使用该过程，可以延长给定尺寸产品(或针对分级尺寸产品)的植株的生产寿命。

[0017] 根据另一个方面，提供模块化种植腔室的具体配置以增强气栽和水栽种植技术的有效性。

[0018] 根据另一个方面，提供用于种植腔室的升降或传送特征部和支撑特征部，以使得操作者能够将种植腔室添加到种植腔室堆叠和从种植腔室堆叠移除种植腔室。

[0019] 根据另一个方面，模块化种植腔室可以包括嵌套或互锁特征部，以使得连续堆叠的腔室能够相对于彼此堆叠并且为种植系统提供结构稳定性。

[0020] 根据另一个方面，模块化种植腔室可以包括集成的水和营养物输送系统，诸如集成到腔室壁之中或腔室壁内的喷头或喷嘴以及输水管。快速连接配件可以被提供用于每个腔室的水和营养物输送系统特征部的简易附接。此外，其他过去、现在或将来的植株生长增强/操纵处理或技术可以通过种植腔室支撑结构和快速连接配件从属地和独立地输送到用于特定农作物的任何腔室和植株区段，或者甚至当给定植株进入不同的生长阶段时。示例是二氧化碳、矿物质、调料等。

[0021] 种植柜可以设置有便携性特征部，诸如设置在其一些部分上的轮子。结合快速连接和断开特征部，种植柜可以被容易地运送到不同的地点。因此，可“随时(on the fly)”发生从种植柜收获，其中种植柜保持在给定地点，并且定期(每月、每周或每日)从腔室/柜收获土豆，或者收获可以发生在远程地点(诸如收获站)，其中整个柜被移动到收获产品的新地点。或者可以将其暂时移除以用于收获，然后返回到种植站以继续生产期望的农作物。或者可以将其暂时移除以收获到可发生选择性产品收获的收获站，随后插入原始或不同的种植位置处。便携性还可以实现独特的营销功能，诸如允许植株在一个地点成熟，然后移动到市场环境(诸如超市)，在该处客户可以从植株自身选择和收获产品。或者，这些系统可以被安装在超市、监狱、餐馆、商业住宅楼或经销商/用户期望的任何地方。

[0022] 根据本公开的另一个方面，种植系统可以被提供为便携式单元，例如，其可以容易地从种植区域移动到收获区域。模块化腔室的互锁结构提供了种植系统中的稳定性。可以建立或断开种植系统水、营养物、矿物质、二氧化碳、调料或任何其他过去、现在或将来的植株操纵/增强因子连接件。可以提供轮子和托架结构以使得用户能够容易地将种植柜从一个地方移动到另一个地方，诸如从提供能量源的种植房间移动到收获站或者灭菌和/或清洁和维护区域等。

## 附图说明

[0023] 根据下面的详细描述以及附图，本发明的上述和其他附带的优点和特征将变得显而易见，其中相同的附图标记始终表示相同的元件。应该理解，描述和实施例旨在作为说明性示例，而不旨在限制在所附权利要求中阐述的本发明的范围。

[0024] 图1是根据本公开的一个方面的示例种植系统的透视图。

[0025] 图2是根据本公开的一个方面的示例种植系统的透视图。

[0026] 图3是根据本公开的一个方面的示例种植系统的后部平面图。

[0027] 图4是根据本公开的一个方面的示例种植系统的左侧视图。

[0028] 图5是根据本公开的一个方面的示例种植系统的后部侧视图。

[0029] 图6是示出根据本公开的一个方面的示例种植系统支撑框架和传送系统的透视图。

[0030] 图7是示出根据本公开的一个方面的种植系统框架的示例可移除顶部部分的透视图。

[0031] 图8.1-8.3是透视图，其根据本公开的一个方面示出了插入和降低示例种植系统中的顶部种植腔室。

[0032] 图9.1-9.5是透视图，其根据本公开的一个方面示出了降低和移除示例种植系统中的底部种植腔室。

[0033] 图10和图11是根据本公开的一个方面的示例种植腔室的透视分解图。

[0034] 图12和图13是根据本公开的一个方面的种植腔室的透视图。

[0035] 图14是根据本公开的一个方面的具有示例营养物分配和排放系统的种植系统的透视图。

[0036] 图15和图16是示出根据本公开的一个方面的示例种植腔室嵌套的剖视图。

[0037] 图17.1和图17.2是示出根据本公开的一个方面的示例腔室覆盖件和腔室覆盖件紧固配置的剖视图。

[0038] 图18是示出根据本公开的一个方面的种植腔室的剖面透视图。

[0039] 图19.1-19.6是根据本公开的一个方面的具有插入的茎杆密封构件、茎杆切割刀片和茎杆孔密封构件的示例种植腔室的剖视图。

[0040] 图20.1-20.3是分别示出插入的茎杆密封构件、切割刀片和茎杆孔密封构件的示例种植腔室的剖视图。

[0041] 图21是根据本公开的一个方面的用于种植系统的示例壳体配置的透视图。

[0042] 图22是根据本公开的一个方面的用于种植系统的潮汐灌溉配置的透视图。

[0043] 图23.1-23.5是根据本公开的一个方面的使用种植系统的方法的示意图。

[0044] 图24.1-24.5是根据本公开的一个方面的使用种植系统的另一种方法的示意图。

[0045] 图25.1-25.5是根据本公开的一个方面的使用种植系统的另一种方法的示意图。

[0046] 图26.1-26.5是根据本公开的一个方面的使用种植系统的另一种方法的示意图。

[0047] 图27和图28是根据本公开的一个方面的第二示例种植系统的透视图。

[0048] 图29是根据本公开的一个方面的第二示例种植系统中的种植腔室的分解图。

[0049] 图30是根据本公开的一个方面的示例营养物分配系统部件的分解图。

[0050] 图31是根据本公开的一个方面的密封垫圈组装件的分解图。

[0051] 图32是图31的密封垫圈组装件的装配图。

[0052] 图33和图34是根据本公开的一个方面的第二示例种植系统中的种植腔室的截面图。

[0053] 图35是根据本公开的一个方面的种植腔室的剖面透视图。

[0054] 图36是根据本公开的一个方面的切割组装件的透视图。

[0055] 图37.1和图37.2是根据本公开的一个方面的种植系统中的便携式升降机构的平面图。

[0056] 图38.1和图39是根据本公开的一个方面的第三示例种植系统的透视图。图38.2是如图38.1所示的详细视图。

[0057] 图40是根据本公开的一个方面的第三示例种植系统中的种植腔室的透视图。

[0058] 图41和图42是图40的种植腔室的分解图。

[0059] 图43是图40的种植腔室的截面图。

[0060] 图44是根据本公开的一个方面的用于营养物分配系统的互连耦接器的透视图。

## 具体实施方式

[0061] 图1-9.5示出了根据本公开的一个方面的示例种植系统10的细节。种植系统10可以包括容纳和支撑许多堆叠的种植腔室200.1-200.5的种植腔室支撑结构或柜100的主要部件、腔室传送系统300,以及水和营养物循环系统400。光源/能量源140可以是金属卤化物光源、高压钠灯、LED日光灯或适于支持植株冠层(未示出)在顶部种植腔室200.1上方生长的其他光源/能量源。

[0062] 另外参考图3-5,示例种植柜100可以包括大致矩形的框架,该框架包括基部102、四个竖直立柱104和顶部构件106,并且可以由诸如铝的轻型而坚固的材料构造。加强横梁108可以在竖直立柱104之间延伸以增加强度。柜100还可以包括用于支撑营养物循环系统400的部件(包括水贮存器404和营养物贮存器402以及泵406)的附加的搁架或支撑平台109。关于本文的描述,将面向图1中的左前方的柜100的侧面被称为柜100的后侧。顶部构件106(参见图7)可以使用伸缩配件可移除地安装在竖直立柱104上,这允许移除和/或延伸顶部构件106。更具体地,延伸构件可以被插入以升高或降低顶部构件106的高度以适应不同程度的植株冠层生长。柜100可以设置有便携性特征部,诸如安装到框架的底部的脚轮110。另外,负荷传感器或测力传感器(load cell)112或其他重量测量或感测装置可以被包括在脚轮安装件中以监测种植柜100的整体重量和/或平衡。

[0063] 根据另一个方面,柜100可以设置有附加的便携性特征部,诸如设置在种植柜上的手柄。结合用于供水的快速连接配件以及通过模块化柜设计可实现的轻型构造,该柜可以被容易地运送到远离生长环境的地点。例如,种植柜可以被移到加工厂中的收获站。可替代地,作为进一步的示例,整个种植柜本身可以被运送到或安装在市场环境(即超市或杂货店)中,以使顾客能够亲自从种植在柜中的单个植株中选择不同尺寸的产品进行收获。市场可以配备有供水装置,所述供水装置可以快速连接到种植柜以保持产品新鲜和水灵(watered),并且延长产品的保质期。另外,便携性特征部允许餐馆、监狱、商业和住宅建筑物、农场等等进行安装以用于消费/转售等。

[0064] 另外参考图6和图7,腔室传送系统300可以包括一对链条302,这一对链条302与安装在横梁108中的轴承上的相应的顶部链轮304接合以进行旋转运动,并且与安装在驱动轴307上的下部驱动链轮306接合以进行柜框架上的旋转运动。可以使用已知的工具(诸如蜗轮和变速器)在电动马达308的动力下驱动驱动链轮306,以用合适的扭矩来旋转驱动链轮308。可替代地,可以使用手动曲柄机构来代替电动马达308。如将要描述的,链条驱动系统提供种植腔室200的受控降低(或升高)。

[0065] 为了便于种植腔室200的滚动支撑并且由此允许其被安装到柜100中或从柜100移除，柜100可以包括顶部导轨构件120和底部导轨构件130。这些导轨构件接收安装在每个种植腔室上的种植腔室滚轮250(图2)。在柜100的每个侧面上，一对竖直导轨140(图4)在顶部导轨构件120和底部导轨构件130之间延伸。当腔室被滚动到完全安装位置以使腔室能够沿向下的竖直方向被传送时，这些竖直导轨接收相应的腔室滚轮250。每个腔室200设置有一对齿形构件240(图2)，当腔室被插入到安装位置时，齿形构件240接合链条302，从而提供对种植腔室200的支撑以用于通过传送器系统300进行受控降低。

[0066] 在图8.1-8.3中更具体地示出了顶部种植腔室的安装。在图8.1中，腔室200被显示为处于部分安装位置，其中最前面的滚轮250被支撑在顶部导轨120上。齿形构件240还没有与链条302接合。当操作者将腔室200进一步移到柜100中时，腔室到达图8.2所示的安装位置。在这里，齿形构件240接合链条302以支撑其上的种植腔室的重量。在该位置中，滚轮250与竖直导轨140对准。图8.3示出处于降低位置的腔室200，这是由链条302的运动引起的。如将认识到的，该示例种植系统有利于以堆叠布置添加相继的种植腔室200以适应和影响过程中的植株生长，这将在稍后进行描述。

[0067] 在图9.1至图9.5中描绘了去除下部种植腔室。为了清楚起见，这些附图仅示出了最下面的种植腔室200。本领域普通技术人员将会理解，通常，根据特定的生长过程的需要，多个附加的种植腔室将被设置在底部种植腔室200上方，如将在本文中更详细地解释的。使用弹簧张紧机构320将链条302保持在特定的取向，该弹簧张紧机构320在链条行进时将链条保持在特定的竖直路径中，使得种植腔室200上的齿形构件240在整个向下行程中保持接合。这在图9.1和图9.2中示出。随着种植腔室200继续向下运动，其到达图9.3所示的位置，在该位置齿形构件240与链条302脱离接合。在该位置中，滚轮250也已经向下行进超过竖直导轨140的范围到达它们搁置在下部水平导轨130上的位置。就此而言，张紧机构320以及驱动链轮306相对于张紧机构320的移位取向提供了当底部腔室200接近移除位置时链条从竖直路径充分地移位以与齿形构件240脱离接合。因此，种植腔室200可以由操作者从柜100移除，当滚轮250在下部导轨140上滚动时，该操作者可以将腔室200从柜中滚出到图9.4和图9.5所示的位置。如将要描述的，在移除时，可包括可收获产品的腔室200的内容物可以被进一步处理。现在将描述根据本公开的一个方面的示例种植腔室200的细节。

[0068] 图10-20.3中示出了示例种植腔室200的细节。种植腔室基部210可以具有大致U形或马蹄形形状，诸如具有设置在其中的狭槽或凹陷部213的正方形或矩形形状。如将进一步解释的，狭槽或凹陷部213容纳在种植柜100内种植的植株的中心部分(诸如茎杆)，并且允许在生长的植株茎的一个区段周围安装种植腔室。种植腔室可以包括基本上平面的底壁212和基本上平面的侧壁214和前壁216以及一对后壁220。底壁可以是波状外形的(contoured)，使得汇集在其上的液体可朝向排放出口420(图13)所位于的中央点或后部点以重力下降(gravitate)。可以是圆锥形的中央凸起裙板(apron)部分218从底壁212向上延伸。裙板部分218可以以适合于给定类型的植株的不同尺寸(高度和宽度)和不同形状向上延伸到腔室中，并且为腔室内的植株生产提供期望的空间量。一对狭槽侧壁222从后壁220延伸到裙板部分218。如将进一步描述的，狭槽或凹陷部侧壁222包括用于接收切割刀片或密封构件228的相应狭槽226(图10)，密封构件228进一步密封植株茎秆以防光照和/或污染。如将认识到的，腔室基部210可以使用诸如注射成型的方法来形成，以提供光滑表面，其

提供液体在其中的无阻碍流动以及容易的清洁和低制造成本。

[0069] 水和营养物分配导管422被容纳在种植腔室内，该分配导管可以是分离的塑料管，或者可以整体形成为种植腔室基部210的一部分。在气栽应用中，导管422可以与设置在种植腔室基部210的相应拐角中的喷雾喷嘴424流体连通，以将营养物喷洒在容纳在种植腔室200内的根群和/或植株区段上。可以包括快速连接配件的入口连接件426(图13)提供从主分配系统400输入水和/或营养物。如先前所描述的，每个种植腔室200在相应的侧壁上包括可与其一体地形成的一对齿形构件250，用于接合传送器系统300并且在操作期间支撑种植腔室200。种植腔室200还包括许多滚轮安装架230，滚轮安装架230可以与腔室基部210一体地形成并且包括用于轴承和轴的外壳，其中滚轮250被安装在该轴承和轴上。

[0070] 具体参考图10和图11，分隔插入件260可以设置在腔室基部210的内部上并且相对于所述内部以嵌套的方式配合。分隔插入件可以进一步分隔种植腔室的内部。种植腔室支撑格栅270可以被安装在形成于腔室壁的顶部中的肩部272上。支撑格栅270提供对根群和/或植株水果或蔬菜的支撑，同时允许来自喷雾喷嘴424的液体向种植腔室200的底部排出。支撑格栅270可以包括用于接收上部分隔物272的狭槽，该上部分隔物划分种植腔室的上部区域并且支撑种植腔室覆盖件280(图15-17)，种植腔室覆盖件280可以是用于密封种植腔室200的上部区域的柔性塑料膜、防水布或片材。种植腔室覆盖件280可以是聚乙烯或其他合适的塑料或金属化薄膜(诸如MYLAR™或橡胶薄片)的大致方形片材，其具有用于屏蔽种植腔室的内部以免受光、昆虫和其他不期望的环境条件的特性。具体参考图17，覆盖件280的外端可以用一个或多个固位插入件282固定到种植腔室基部210，该一个或多个固位插入件282被插入在形成于腔室基部210的壁的上端与支撑格栅270的外表面之间的空间中。固位插入件282可以用于压迫覆盖件280的外部部分281进入该空间并且将覆盖件282密封地保持在种植腔室基部210上。覆盖件280的内部边缘可以围绕植株茎杆/树干聚集在一起。当附加腔室200.4(图17)被安装在覆盖件280.5上方时，腔室200.4被安装在覆盖件的被聚集的内部部分周围，其中腔室基部凹陷部20允许围绕覆盖件280.5的被聚集的内部部分插入腔室，该内部部分可以被向上引导穿过在其上方的腔室基部210.4的圆锥形裙板部分218.4并且围绕裙板部分218.4向下折叠。如在图15和图16中可看到的，其为腔室200.1至200.5的堆叠布置的截面图，每个腔室覆盖件280在其相应的腔室基部210上方提供大致圆锥形的密封区域，该密封区域保护腔室的内部以及其中的植株组分。图18是部分地示出安装的覆盖件280的剖视图。覆盖件280在凹陷部213上方延伸。腔室覆盖件280与包括凹陷部的种植腔室基部形状相结合提供了一种结构，通过该结构，种植腔室适于至少部分地围闭并且为植株的相应区段提供受控的生长环境。覆盖件的可折叠性质及其与腔室的可拆卸连接允许在需要从堆叠移除种植腔室时从腔室移除覆盖件。就此而言，腔室覆盖件提供适于允许从种植腔室堆叠选择性地移除种植腔室的结构。

[0071] 另外参考图19.1-19.6和图20.1-20.3，两种类型的密封构件和切割构件可以配合在凹陷部212内以便于在使用根据本公开的一个方面的系统的方法中密封腔室200或者切割植株茎杆。例如，当底部腔室200.5(图1)准备好移除时，可以移除底部腔室200.5上方的腔室200.4上的柔性覆盖件280.4。通过移除覆盖件的外边缘可以发生移除，其包括移除固位插入件282(图17)。覆盖件280.4的移除提供了到底部腔室上方的腔室的内部的通路，使得底部腔室的聚集的柔性覆盖件可以穿过上方腔室的裙板被向下拉动。切割刀片296可以

插入上方腔室中的凹陷部213中以切断植株茎杆。然后底部腔室的覆盖件通过上述腔室的圆锥形裙板缩回并通过其被向下拉动。随着植株茎杆/茎现在被切断，可以发生底部腔室200.5的移除。然后可以将第二密封构件插入剩余的腔室200.4中(植株茎杆被切断的位置)来代替刀片，以确保腔室被密封。

[0072] 参考图19.1、图19.2和图20.1，密封构件228可以被插入到凹陷部213中。密封构件228可以在其端部上设置有切口292，以便容纳植株茎杆/树干。图19.1和图19.2分别示出了密封构件228的插入位置和缩回位置。图20.1示出了完全插入的密封构件228的透视剖视图。根据本公开的另一个方面，具有用于切断植株茎杆的锋利端部的切割刀片296可以被插入腔室的凹陷部213中，以允许移除植株茎秆和相关联的腔室的一部分。在这种情况下，底部种植腔室的覆盖件缩回到待收获的腔室(即底部腔室)中。刀片296在形成于腔室狭槽侧壁222中的狭槽内行进并且切断植株茎杆，如图19.3和图19.4中详细描述的。图20.2示出了切割刀片完全插入的腔室200的透视剖视图。图19.5和图19.6示出了在植株茎杆被切断后将使用的第二密封构件298。

[0073] 参考图4和图14，根据本公开的一方面的示例系统可以设置有水和营养物输送系统400。对于特定的种植系统应用和植株类型，营养物贮存器402和412可以包含不同的相应营养物或营养物混合物。贮存器402和412可以被安装在密封地接合贮存器402,412的相应的贮存器配件404和414内。相应的泵406和416在输送系统内提供压力差并且可以包括输出歧管418，输出歧管418可以包括用于接合将液体传送到相应腔室200的柔性软管的许多快速连接配件。每个种植腔室200设置有水和营养物摄入配件426(图5)和排放/返回配件420。这些可以是如本领域已知的快速连接型配件。许多柔性导管或软管430可以被提供用于由操作者选择性地连接到歧管和摄入配件426以输送营养物。排放配件420可以与公共导管连通以允许所使用的营养物混合物从腔室200输送到收集容器或排放到容纳种植系统的设施的底板上。每个种植腔室可以设置有气体入口端口，以使诸如二氧化碳的气体能够被引入种植腔室中以增加该组分的浓度并且增强植株生长。

[0074] 如将认识到的，示例水和营养物输送系统400提供高度可配置的系统，以允许操作者确保向每个相应的腔室200提供适当的营养混合物。为此，可以在腔室的内部上提供适当的感测元件以感测诸如二氧化碳水平和其他营养物水平或污染物水平、PH水平和温度的相关参数。此类传感器可以以本领域已知的方式与计算机监视和控制系统(未示出)通信。

[0075] 图21示出了可支持潮汐灌溉型生长过程的修改的示例水和营养物输送系统。潮汐灌溉过程是用于将营养物提供到生长的植株的气栽过程的替代形式。在潮汐灌溉过程中，种植腔室设置有水和营养物供应装置，这些水和营养物可以流入每个种植腔室的底部，并且在给定量的时间内在每个种植腔室的底部汇集到预定水平。然后供应装置在给定时间内进行排放，然后用营养物和水进行再填充。这种种植方法在本领域中是已知的，并且是气栽种植方法的替代形式，其涉及向植株根部提供雾。根据本公开的一个方面，可以利用修改的水和营养物输送系统来实现潮汐灌溉过程。更具体地，如图21所示，用于上部腔室的营养物摄入装置可以包括用于将营养物传送到下部腔室的阀450和导管452。以这种方式，可以在各个腔室内实现潮汐灌溉过程。可替代地，阀450可以排放到废物区或容器内而不是排放到下部腔室。一般来讲，可以使用诸如喷雾喷嘴的气栽部件和/或诸如液体分配器或分配端口或形成在导管中的孔口来灌溉和/或填充每个腔室。此外，每个腔室可以例如通过导管452

排放到下部腔室，或者排放到废物区(底板)或外部贮存器。如果腔室正在填充以进行潮汐灌溉应用或技术，则腔室可以设置有液位传感器或浮动开关以检测并且保持容器中液体的足够液位并防止过度填充。这种传感器可以与用于营养物分配系统泵406和416的控制部件进行电子通信。

[0076] 图22示出了植株冠层壳体，其可以包括面板490，该面板490由诸如具有反射涂层的MYLAR™的光反射塑料形成并且紧固到柜框架以在柜内反射光，从而导致更高量的光能被植株利用。

[0077] 如现在将描述的，根据本公开的一个方面的示例模块化种植腔室有利于植株栽培中的独特过程。可以在植株生长期间通过添加和/或移除模块化种植腔室来修改种植柜，从而适应、影响、操纵和控制植株生长和生产。根据本公开的多个方面，可以通过上述模块化种植腔室柜系统来促进至少三种独特的种植过程。这些过程是：1)用于从单个植株生产分级产品以便同时收获的过程；2)用于从单个植株产生期望尺寸产品的延长收获的过程；3)以及用于延长植株的生产寿命的过程。对于移除的管状栽培品种(诸如土豆)，可以有利地使用模块化腔室特征部来控制不同尺寸、不同成熟度的蔬菜的收获，其可以包括来自单个植株的块茎、小尺寸土豆、中等尺寸土豆、面包尺寸土豆和大面包尺寸土豆。另外，对于管状栽培品种，模块化腔室特征部可以用来延长期望尺寸产品(诸如大面包尺寸土豆)的收获，并且延长植株的生产寿命，使得可收获给定尺寸的产品(即大面包尺寸土豆)的时间段与现有技术的系统和过程相比被显著地延长。

[0078] 用于从单个植株产生分级产品尺寸以便同时收获的过程

[0079] 将参考图23.1至图23.5描述有利于植株生长修改/操纵并且更具体地有利于从单个植株生产分级产品以同时收获的模块化种植腔室的应用的示例。首先，如图23.1所示，选择期望的管状产品在第一腔室200.5(“初始物箱”)中生长。例如，初始产品50可以是土豆块茎、切割块或其他植株初始块，包括已使用本文所述的示例系统和过程种植的产品。初始产品50可以被支撑在第一腔室200.5的支撑格栅270.5上或其内，并且设置有水和营养物雾。各种装置(诸如网盆(net-pot)或其他插入件)可以用来支持腔室内的植株初始块。水富集可以涉及脱氯、pH调节、反渗透、添加适当的营养物和矿物质等。管状产品50优选地安装在支撑格栅270.5中，并且覆盖件280.5可以设置在格栅上，使得产品50的底部部分54被遮光并且暴露于从第一腔室200.5中的喷嘴喷射的水/营养物供应装置，或者在潮汐灌溉系统的情况下用水/营养物混合物淹没并排出。可替代地，可以利用没有孔但包括用于支撑起始产品50的切口和允许移除的凹陷部的特别适用的支撑格栅。顶部部分56暴露于光源(图23.1中未示出；参见图2)。经过一段时间后，根部52将从底部部分54开始生长。

[0080] 参考图23.2，植株茎杆58将从顶部部分56生长，并且在第一生产时间线上的植株产品(诸如土豆)将开始从第一腔室200.5中的根部生长。腔室200.5的裙板部分218.5提供对根系和植株茎杆周围的光和周围/外部环境条件的密封。腔室为生长的土豆提供支持。参考图23.3，在适当的时间，植株茎杆58将达到期望的高度，并且在第一腔室200.5中生长的土豆的成熟度将达到期望的水平。此时，从第二腔室200.4内的植株茎杆切下叶子以刺激根部生长。然后，第二腔室200.4可以被安装在第一腔室200.5上方。如将认识到的，腔室200.4中的凹陷部213.4(例如，图12)有利于腔室200.4围绕植株茎杆的安装。覆盖件280.4被安装在腔室200.4的顶部上，并且茎杆的一部分然后与能量源隔离并且开始在第二生产时间线

上种植土豆。随着植株继续生长，第一发育时间线上的第一腔室200.5中的土豆将继续生长并且尺寸增加。如图23.4所示，添加腔室的过程可以继续，其中已经添加第三腔室200.3以有利于植株的第三部分在第三生产时间线上的生长。如将认识到的，该过程可以继续，直到针对单个植株实现期望数量的生产时间线。

[0081] 图23.5示意性地示出了准备用于同时收获不同尺寸的产品的示例种植柜。在一段时间(例如3个月)之后，种植柜可以使用前述过程达到此状态，以允许植株生产区段生长，在此之后可完全收获种植柜，从而产生五类产品，每一类产品从植株的每个部分的相应生产时间线得到。例如，可以从腔室200.1收获块茎(tuber)，从腔室200.2收获小土豆，从腔室200.3收获中等尺寸的土豆，从腔室200.4收获面包尺寸的土豆，并且从腔室200.5收获大面包尺寸的土豆。如从前述公开内容将认识到的，可以利用关于图1-22描述的示例柜系统来完成该过程。更具体地，腔室200.5至200.1中的每一个可以被安装并且随后可以下降并且以所描述的方式从种植柜移除，以便收获每个腔室中的相应内容物，从而产生分级尺寸的收获物。因此，可以从种植柜同时收获五种不同尺寸/成熟度的产品，以便从单个植株提供一系列产品。

[0082] 本领域普通技术人员将认识到，除了上述“完整柜”收获之外，上述种植柜和过程可以有利于其他收获方法。例如，根据产品的期望尺寸或类型，可以在不同时间从每个柜收获产品的地方收获产品。在这种情况下，可以移除在收获后没有产品的种植腔室，以有利于尚未收获的其他腔室中的产品的生长。

[0083] 用于延长从单个植株收获期望尺寸的产品的过程

[0084] 图24.1-24.5示意性地示出了根据本公开的各方面在用于延长从单个植株收获期望尺寸产品的过程中使用模块化种植腔室系统的步骤。根据该过程，产品首先被种植在种植柜内，诸如上面关于图23.1至图23.5所描述的，其中多个模块化腔室中的每一个具有根据不同的时间线的成熟产品。如图24.1所示，种植柜将因此达到收获状态。然而，与根据前述过程进行的“全部”收获相反，根据该过程的收获分阶段发生，因为每个腔室中的产品成熟到期望的尺寸。更具体地，参考图24.1，最下面的第一腔室将具有准备收获并被显示从腔室C5收获和移除的期望的大面包尺寸(在图24.1中表示为S5的尺寸)的土豆。该腔室C5中的产品被收获，在其中留下根群(RM)，如图24.2中所示。然后根群(RM)被移除并且空腔室被从堆叠移出。移除根群和产品促进了产品在剩余腔室中的生长。接下来，参考图24.3，在腔室C4中的产品从尺寸S4成熟到期望尺寸S5后，例如在两周后，从腔室C4收获S5尺寸的产品，在其中留下根群(RM)，如图24.4中所示。另外，在此期间，腔室3、2和1中的产品已经分别成熟到较大的尺寸S4、S3和S2。此时，重复相同的腔室收获过程，其中从腔室C4移除根群和产品，并且从堆叠中移除腔室C4，如图24.5中所示。然后在附加的时间段(即两周时间段)之后对腔室3、2和1重复该过程。以此方式，对于单个植株，例如大面包尺寸产品的收获时间可以被延长，即超过10周的时间段。

[0085] 用于延长植株的生产寿命的过程

[0086] 图25.1-25.5示出了根据本公开的各方面使用模块化种植腔室来延长植株的生产寿命的过程。该过程类似于上述延长收获的过程。然而，在该过程中，根据本公开的各方面的模块化种植腔室被用于培养植株茎杆中的额外生长，作为该过程的一部分。通常，一旦植株足够成熟以在给定的种植腔室中产出具有期望的尺寸或类型的产品，则可以收获该腔

室，移除其中的根群和产品，并且移除该腔室以促进其上方的腔室中的额外产品的生长，如上面参考图24.1-24.5所描述的。

[0087] 根据本公开的各方面的延长植株的生产寿命的过程可以涉及以下步骤：在收获所述柜中的一些或所有腔室之后培养植株茎杆，或者可替代地作为在关于图24.1-24.5描述的过程中收获每个腔室之后的添加步骤。根据在已经收获所有腔室后培养植株茎杆的第一过程，一旦腔室被耗尽并且堆叠减少到单个腔室，则如图25.1所示，可以发生重新发育并由此延长植株生产的过程。另外参考图25.2，根据该过程，植株茎杆58的一部分被剥离其叶子。然后，如图25.3所示，在堆叠顶部上添加附加的腔室(CA)，从而围绕被剥离的植株茎杆区段58并且将其与光源隔离。这将导致植株茎杆区段58朝向光源向上生长并且还产生根部，并且最终产生图25.3中由S1指示的新添加腔室CA内的管状产品(土豆等)。另外，腔室C1中的产品现在已经成熟到更大的尺寸S2。一旦新的茎杆区段58(图25.4)开始发育根部/产品，则可以将上方附加的茎杆区段剥离其叶子，并且如图25.5所示添加第二附加种植腔室。可重复该过程以使植株茎杆的许多区段能够被控制和栽培以用于生产。然后，随着每个腔室中的产品成熟，可以进行收获。

[0088] 图26.1-26.5示出了根据本公开的一个方面的用于延长植株的生产寿命的替代过程。根据该方面，在每个收获步骤之后，将新的腔室添加到柜堆叠并且从该堆叠对应地移除单个最下面的腔室。参考图26.1，在从最下面的腔室C5收获尺寸为S5的产品的收获步骤之后，例如关于图24.2所解释的，移除最下面的腔室并且修剪根群。另外参考图26.2，修剪植株茎秆的叶子，并且如图26.3所示，将新的腔室CA添加到堆叠的顶部，其中植株茎秆被容纳在该腔室CA中并且与光源隔离。植株继续发育，茎秆长大穿过最上面的柜CA的封盖。当这发生时，腔室C1、C2、C3和C4中的产品继续成熟。当腔室C4中的产品达到期望的成熟度(诸如尺寸S5)时，如图26.4所示，从腔室C4收获产品。移除根群并且移除腔室C4(最下面的腔室)。重复修剪植株茎杆的叶子的步骤，并且如图26.5所示添加新的顶部腔室CB。以此方式，植株的生产寿命可以持续延长。如将认识到的，如果需要产品尺寸的分级，则腔室内的产品的收获可以是持续地来自最下面腔室的单个尺寸的产品，或者可以同时来自多个腔室。

[0089] 如将认识到的，该过程能够延长植株的生产寿命，由此相同的植株可以继续发育或重新发育以用于重复生产和收获过程。以此方式，本公开的模块化腔室方面能够延长植株的生产寿命，提供比现有技术中可获得的更好的产品总产量。

[0090] 将描述用于实现前述过程的附加系统。这些是关于图1-22描述的示例系统的替代实施例。

[0091] 图27-37.2示出了根据本公开的一个方面的第二种植系统实施例。该系统排除对外部框架的需求，因为个体模块化种植腔室可以叠放、互锁并且形成稳定的嵌套堆叠，其不需要外部框架来支撑。外部便携式升降和维修站可用于操纵各个种植腔室，并且可以在批量种植操作中从一个堆叠移动到另一堆叠。在该示例实施例中，圆锥形顶部表面和底部表面提供了适于将种植腔室彼此互连的结构。

[0092] 图27和图28是根据本公开的一个方面的第二种植系统实施例的透视图。许多(在这种情况下为五个)种植腔室1200.1-1200.5在基部1102上以嵌套堆叠布置定位。基部1102可以包括容纳在其中的集成的营养物贮存器和泵送部件，以及可由互锁区段形成的竖直延伸的维修柱装件(column)1500，每个互锁区段与相应的腔室1200相关联，并且每个互锁区

段包含具有快速连接配件的多个供给管线和排放管线，该快速连接配件在腔室1200堆叠时允许供给管线互连。腔室1200包括相应的进入门(access door)1202，这些进入门允许进入相应的种植腔室1200的内部。进入门1202可以包括锁定防水密封件，其例如在门框架周围结合有一个或多个互锁唇部和沟槽，以便防止在潮汐灌溉应用中的泄漏并且保持在腔室内维持的一定体积的液体(水)。升降手柄1210设置在每个种植腔室的侧面上，并且可以被便携式升降台1300接合，用于选择性提升和/或降低选择的腔室1200。

[0093] 升降台1300包括用于运送的脚轮1302，并且可以在不同的腔室堆叠之间移动以进行维修。升降台1300可以包括用于操作气动工具的压缩空气或气体供应装置1304，该气动工具诸如为用于切断植株茎杆的气动刀，这将在下面描述。升降台的底部部分可以为大致U形并且可以与形成在堆叠基部1102中的凹陷部互锁，用于附加的稳定性并且确保升降台与堆叠对齐。

[0094] 图29是根据本公开的一个方面的示例腔室1200的分解图。腔室1200可以包括大致圆锥形的底壁1212、大致圆柱形的侧壁1214以及可整体形成的大致圆锥形的覆盖件或顶壁1280。更具体地，可以通过将热塑性材料注塑成型为两个或更多个工件且随后根据已知方法通过焊接或粘接以形成单个整体结构来形成腔室1200的壁。可替代地，腔室1200可以被滚塑或吹塑成单个中空部件。种植腔室可以优选地由高强度、高韧性和高耐久性塑料(诸如聚乙烯)形成。

[0095] 大致矩形的进入端口1216可以形成在腔室侧壁中。进入门1202可以用钩扣(clasp)1218可释放地固定到腔室壁1214，钩扣1218可以铆接或以其他方式紧固到侧壁1214或门1202并且可以与固定到门1202或侧壁1214的钩或其他紧固件协作。一对升降手柄1210可以被紧固到侧壁1214并且可以包括在其下侧的波状外形表面1220以牢固地接合升降机构1300的升降臂。

[0096] 另外参考图30，可包括互锁端部1411的维修柱状件(column)区段1410可以通过托架1412固定到腔室侧壁。维修柱状件区段1410包括供给管区段1414和容纳在其中的排放管区段1416，其每个都设置有互锁的快速连接连接器1418，用于在处于堆叠布置时允许密封且牢固连接到相邻腔室上的对应区段。这种快速连接配件在现有技术中是众所周知的，并且可以包括在断开时将软管段内部密封以防止泄漏的配件。

[0097] 腔室1200的顶壁1280包括孔1281以容纳植株茎秆。密封垫圈组装件1290可以被安装在孔中以提供与植株茎杆的密封接合并防止光通过到腔室的内部，并且防止污染物且保持腔室1200的内部上的大致密封和受控状态。图31是组装的垫圈组件1290的分解图，并且图32是组装的垫圈组件1290的截面图。根据本公开的一个方面，垫圈组装件1290可以适应在生长期间植株茎/茎杆的扩展。更具体地，一对带狭槽的弹性盘1291和1292被取向成使得狭槽沿相反的方向延伸并且夹在一对刚性固位套环1293和1294之间，这将弹性盘1291和1292固定在腔室顶壁孔1281内。可移除的螺钉紧固件1295可以用于将组装件紧固在一起。

[0098] 另外参考图33和图34，可以经由固定到侧壁1214的托架1413通过固定在腔室1200内的圆形输送导管1412来提供水和营养物的输送。输送导管1412可以包括入口部分1417，该入口部分延伸到腔室外面并且从供给管节段1414(图29和图30)接收水和营养物。对于气栽应用，输送导管1412可以包括用于将营养物的雾喷射到腔室1200的内部中的喷嘴。对于水栽应用，输送导管可以包括滴注元件以保持腔室1200内的液位。可以使用放置在腔室底

壁内的适当位置处并与维修导管中的排放导管节段连通的排放配件将排放的液体传送出腔室内部。

[0099] 仍然参考图33和图34中的截面图，工具接收通道1290可以被形成在腔室中，以允许外部工具(诸如气动刀)进入腔室1200的内部，具体是接近在其中生长的植株茎杆/茎。刀引导件1292(其中包含有用于引导刀具的狭槽1293)和用于围绕植株的圆形孔可以被安装在腔室工具接收通道内并且在植株茎杆/茎周围。图35是示出示例腔室1200的内部的额外细节的剖视图。腔室1200的底壁可以包括从工具接收通道向上延伸的管状部分1298，用于进一步支撑植株茎杆。管状部分1298允许腔室在潮汐灌溉应用中填充有液体。如将认识到的，在潮汐灌溉应用中，通常在腔室内植株生长之前(即当腔室初始组装时)进行安装。另外参考图36，刀引导狭槽1293接收并引导气动刀的刀片，使得可以从腔室1200外部对植株茎杆执行有效的切割操作，并且不污染腔室1200的内部。

[0100] 图37.1和图37.2示出了具有腔室1200的堆叠的示例升降台的相互作用。如本领域普通技术人员将认识到的，升降机构可以配备有液压部件以使得能够提升腔室1200的堆叠的一部分或整个堆叠。更具体地，底部腔室1200.5可以由操作者移除，而剩余的腔室1200.4、1200.3和1200.2由升降机构提升。另外，可以使用升降机构将顶部腔室安装在现有的堆叠上。腔室1200的互锁圆锥形形状提供了稳定的堆叠结构。因此，上面描述的种植过程可以使用该第二示例系统来实现，其具有对于本领域普通技术人员来说显而易见的附加优点。

[0101] 图38.1、图38.2和图39-44示出了根据本公开的一个方面的种植系统的第三实施例。该示例包括可堆叠的互锁种植腔室以及具有种植腔室升降机构的外部升降框架，以允许操作者手动升降一个或多个种植腔室并且移除种植腔室以修改腔室堆叠。图38.1是透视图，并且图38.2是如图38.1所示的详细视图。图39是透视图。参考图38.1、图38.2和图39，外部框架2100通常包括底部或基部2102、两个前部竖直立柱2104.1和两个后部竖直柱2104.2，其中横向加强构件2108在它们之间延伸。竖直立柱2104可以具有大致L形的横截面并且限定竖直柱状件(column)，腔室2200的堆叠可以被引导和容纳在该竖直柱状件内。一对升降杠杆2310通过枢轴2311可枢转地安装在框架2100上。为了实现对操作者的机械益处，L形升降杠杆2310可枢转地连接到联动杆2315。交叉构件或手柄2312允许操作者操作两个升降杠杆2310。如图38.2的详细视图中所示，种植腔室2200.2(以及其他种植腔室)设置有紧固在种植腔室2200.2的每个侧面(仅示出一个侧面)上的升降销组装件2250。每个升降销组装件2250都包括引导销2252，该引导销延伸到带狭槽的引导件2316中。当腔室被移除时，引导销2252可以缩回以与带狭槽的引导件2316脱离接合。升降销组装件2250包括在图38.2中部分示出的延伸部，该延伸部在带狭槽的导引件2316的后面向上延伸并且在其中包括螺纹孔。每个联动杆2315都包括接合紧固件2210的升降销组装件，该升降销组装件可以是弹簧偏压的，以将其保持在向外(在图38.2中的右侧)位置，从而允许与升降销组装件延伸部上的螺纹孔选择性地接合。因此接合紧固件2210提供联动杆2315与腔室的选择性接合。升降杠杆2310和联动杆2315因此可用于选择性地升降腔室堆叠，以便允许移除底部腔室2200.3，如图38.1中所示。图39示出了处于降低位置的腔室堆叠(其中腔室2200.3被移除)。升降杠杆2310和联动杆2315因此提供堆叠的手动降低。如图39所示，前部竖直立柱2104.1的下部部分被配置成允许移除底部种植腔室。种植腔室可以通过插入由竖直立柱

2104.1和2104.2形成的柱状件(column)中而被添加到堆叠的顶部。因此,与带狭槽的引导件2316重合的种植腔室2200.2可以由操作者使用连杆组件接合和升降,并且可以从堆叠移除底部腔室2200.3。固位构件或扣件2107可以将升降杠杆2310保持在图38.1所示的位置中,以使得能够移除底部腔室2200.3。框架2100包括下部腔室支撑框架2120,以便支撑底部腔室并使操作者能够通过将底部腔室滑出框架2100而移除底部腔室。

[0102] 营养物输送系统2400可以远离框架2100并且通过管道或导管提供营养物。集水箱2420可以位于框架2100的底表面2102上。

[0103] 图40-43中示出了种植腔室2200的细节。腔室2200可以包括具有侧壁2214、前壁2216和后壁2218的大致方形箱。加强筋2220可以形成在壁中以增加强度。

[0104] 根据本公开的一个方面,集成营养物输送系统可以被设置在腔室2200上,并且可以包括紧固到腔室2200的后壁2218上的许多快速连接导管2420以及紧固到腔室2200的内部并沿着壁延伸的集成输送导管2430。输送导管2430可以包括许多喷雾喷嘴2432。腔室2200可以包括具有大致弯曲表面的圆形上唇部,以允许在其上方牢固地安置另一个腔室。

[0105] 另外参考图41和图42,其为根据本公开的一个方面的种植腔室2200的分解透视图,腔室2200包括可枢转地安装到腔室2200的侧壁2214上的一对铰接的底板面板2260。面板2260可以包括呈现为两个对齐的半圆形形式的柔性密封垫圈2262,用于在面板处于密封位置时围绕植株茎杆进行密封。为了进一步密封面板2260,可以将垫圈元件2266安装在形成于腔室壁的下边缘中的肩部上,使得面板被支撑在肩部上并且在面板处于水平位置时密封地接合垫圈,从而形成腔室的底板。面板2260可以朝向水平位置被弹簧偏压(如图41和图42所示),并且可以向上枢转(如图43所示),以允许安装在植株冠层的周围,而不会对其造成损害。

[0106] 图44是示出设置在框架2100上的快速连接配件的透视图,该快速连接配件用于在其被降低到位时接收来自底部腔室2200.5上的对应导管的连接部。为了清楚起见,从该附图中省略了来自贮存器的附加营养物输送管线的连接部。

[0107] 在操作中,新的腔室可以由操作者安装在堆叠的顶部上并且在框架2100的L形竖直构件2104内被引导。当腔室下降到下面的相邻腔室上时,可枢转面板2260向上枢转以容纳植株冠层,然后返回到其偏压的水平位置,其中垫圈2262密封在植株茎秆周围以抵抗光通过。同样当腔室下降时,互锁导管2420安置在下方腔室的对应部分上,使得腔室可接收通过营养物输送系统输送的营养物。

[0108] 应该理解的是,本发明在其各个方面的其他变化和修改的实施方式对于本领域的普通技术人员来说可以是显而易见的,并且本发明不受在本文描述的具体实施例的限制。因此,设想本发明涵盖了任何和所有修改、变型或等同物。

[0109] 将认识到,虽然以上描述仅针对说明性示例利用特定的根类蔬菜(块茎)植物类型,诸如马铃薯,但是在示例系统中实现的本发明可以提供应用于多种其他植物和植物类型的种植系统,其包括其他根类蔬菜,包括但不限于块根和直根植物,诸如芋头、山药、生姜、芜菁、丝兰、胡萝卜以及其他植物类型。

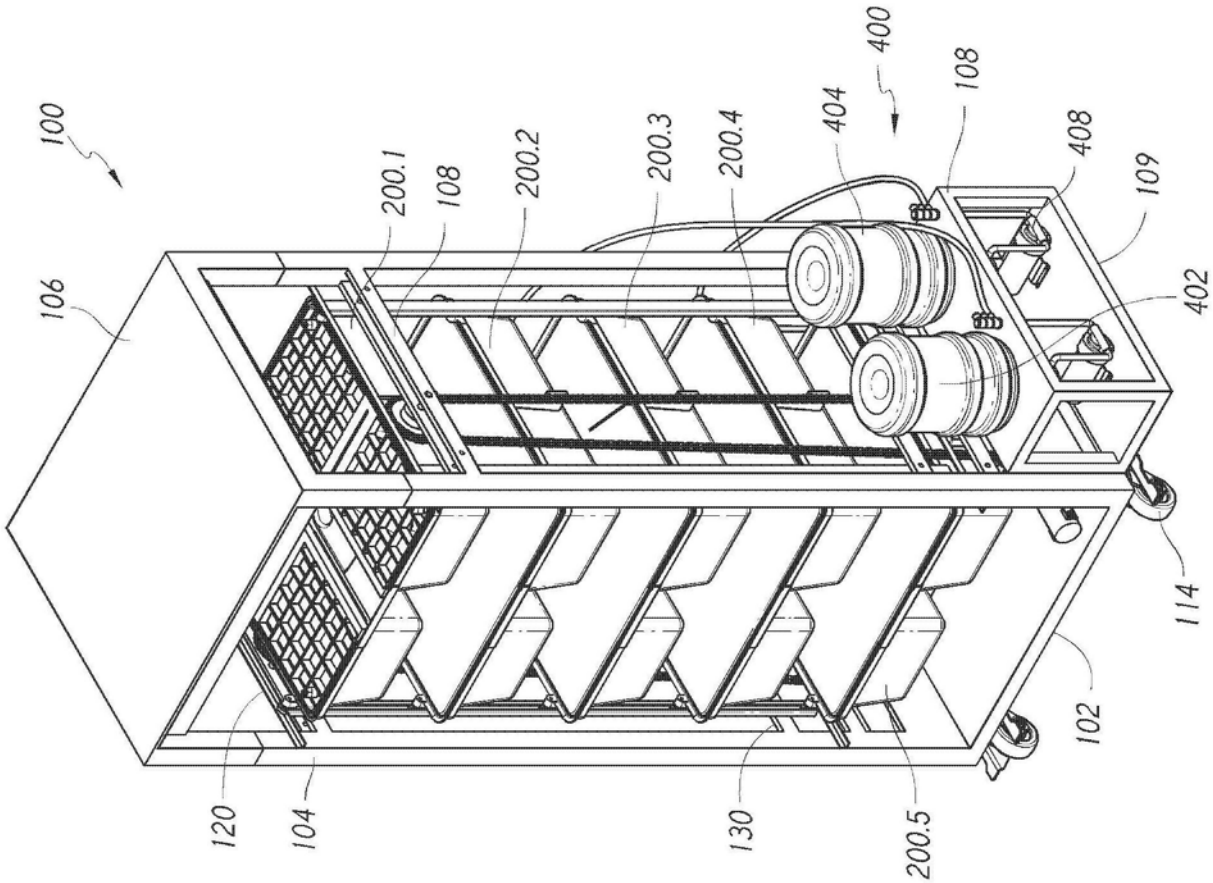

100
106
200.1
108
200.2
200.3
200.4
404
400
108
408
109
402
114
102
120
104
130
200.5

图1

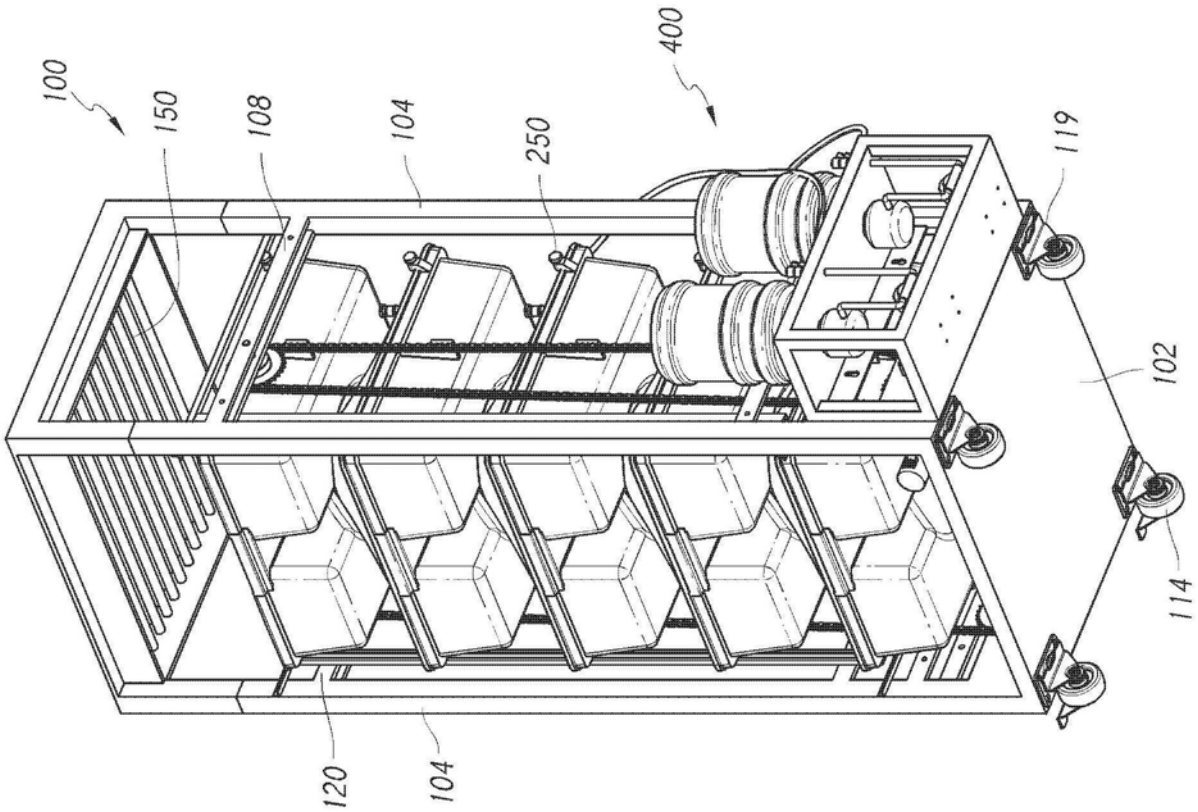



图2

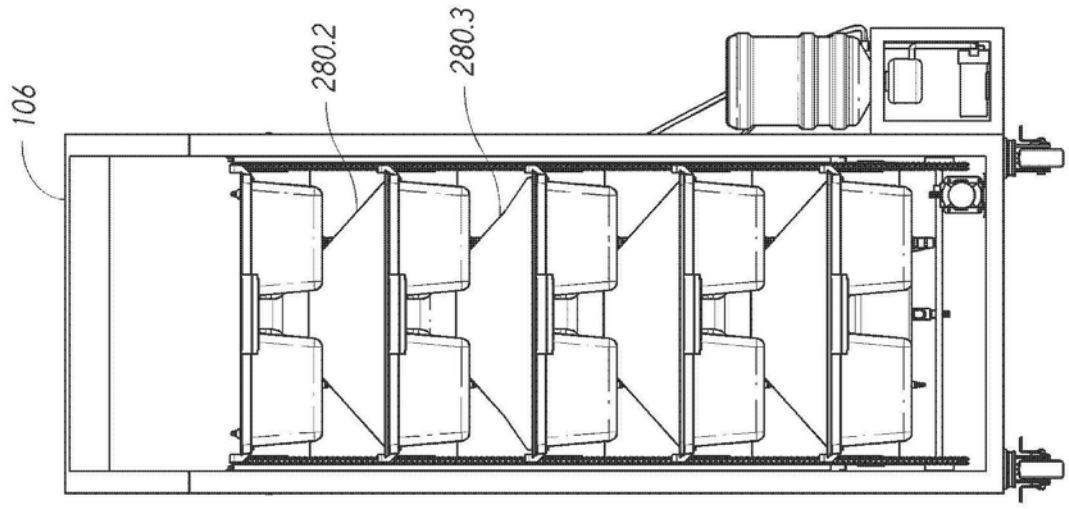



图3

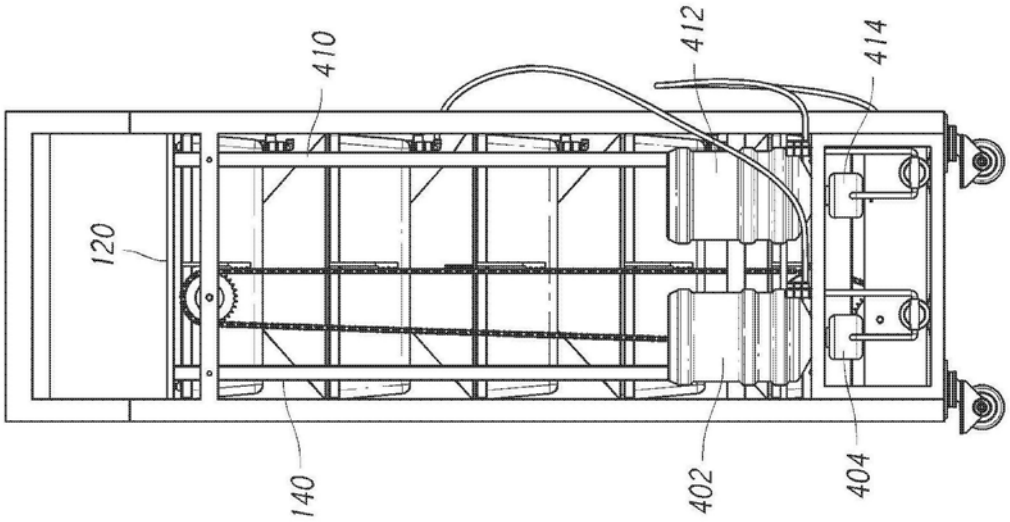



图4

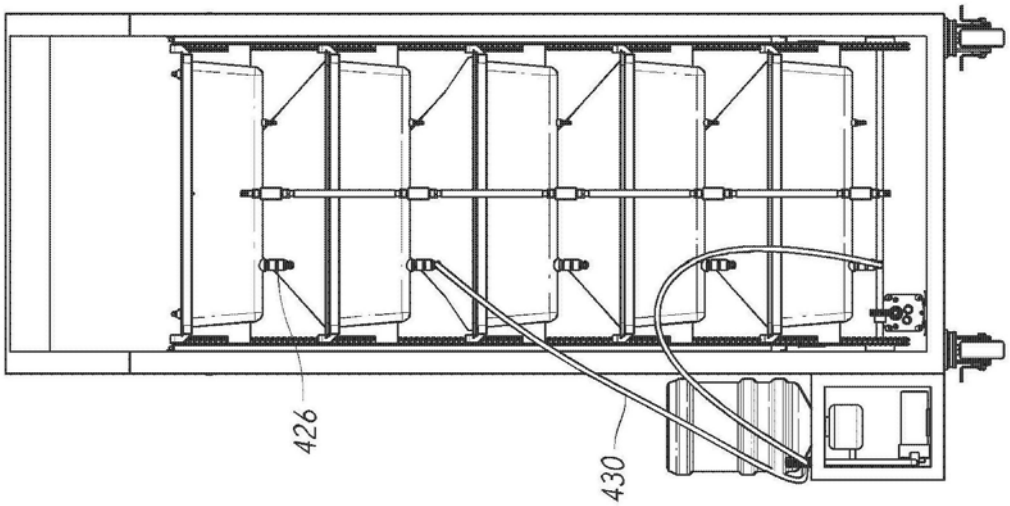



图5

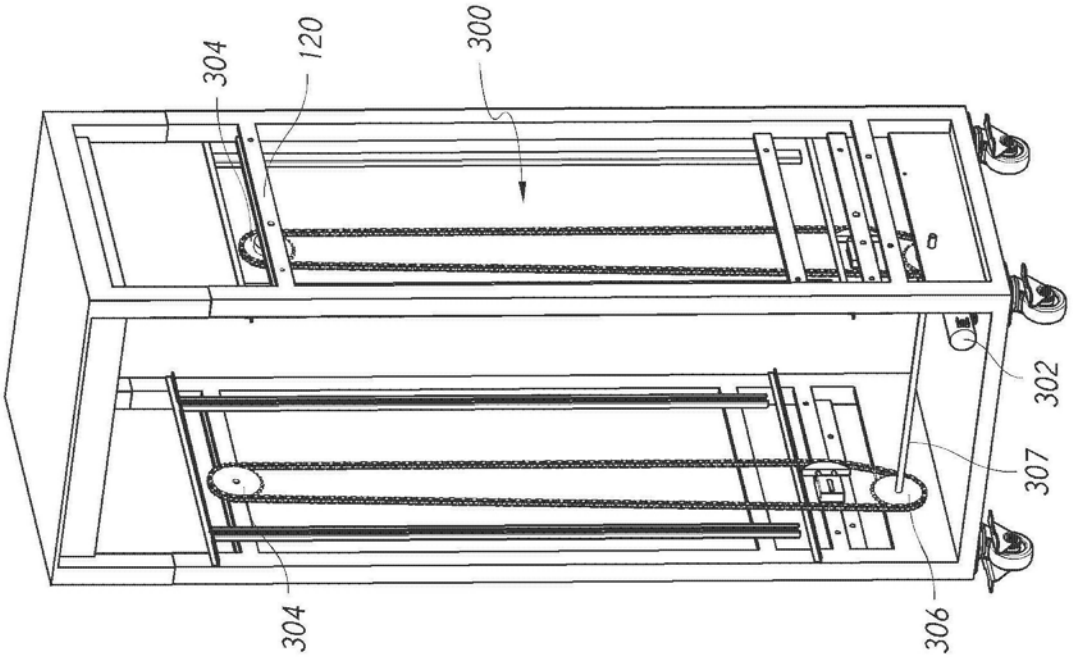



图6

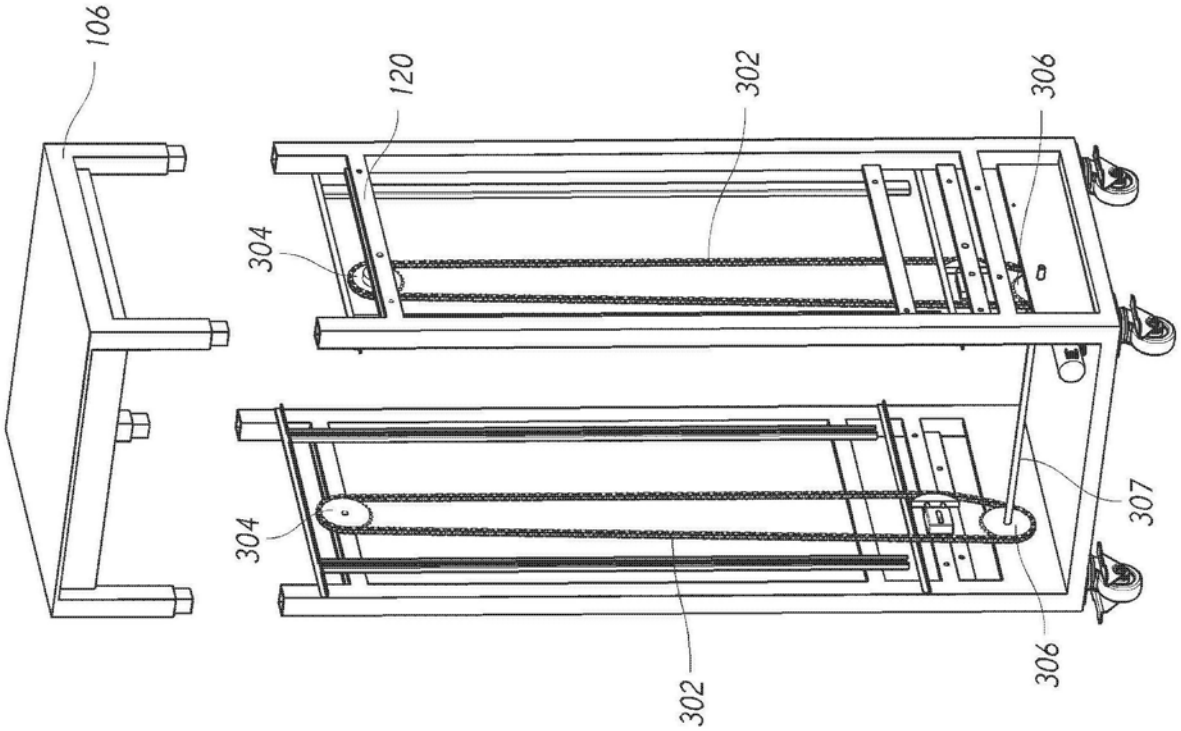



图7

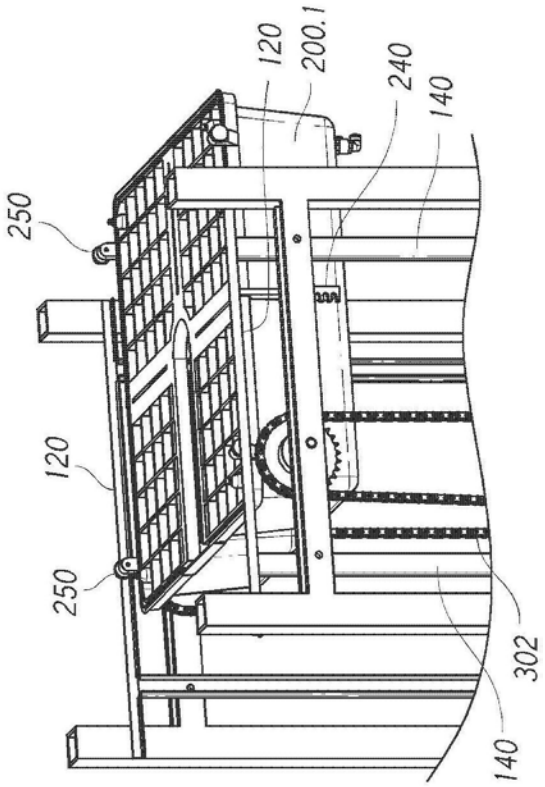



图8.1

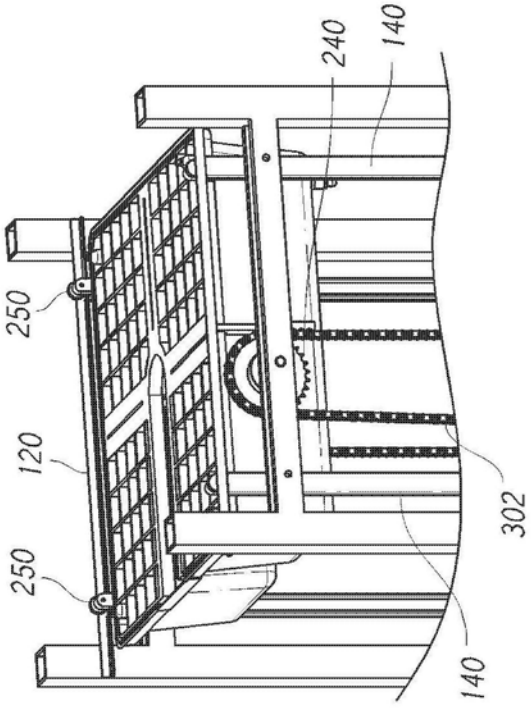



图8.2

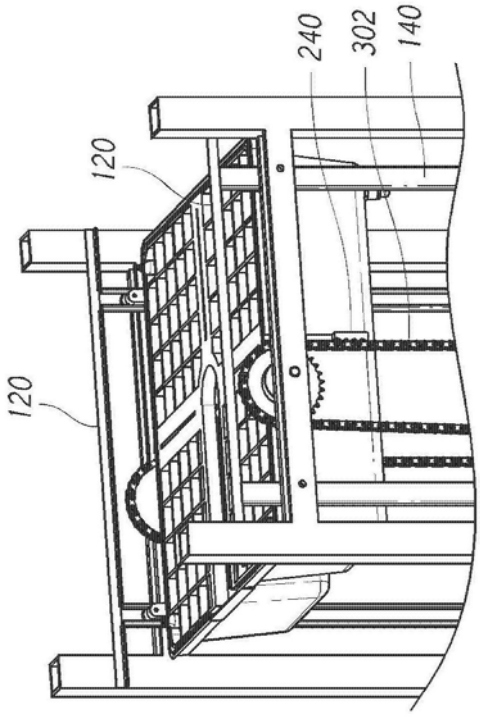



图8.3

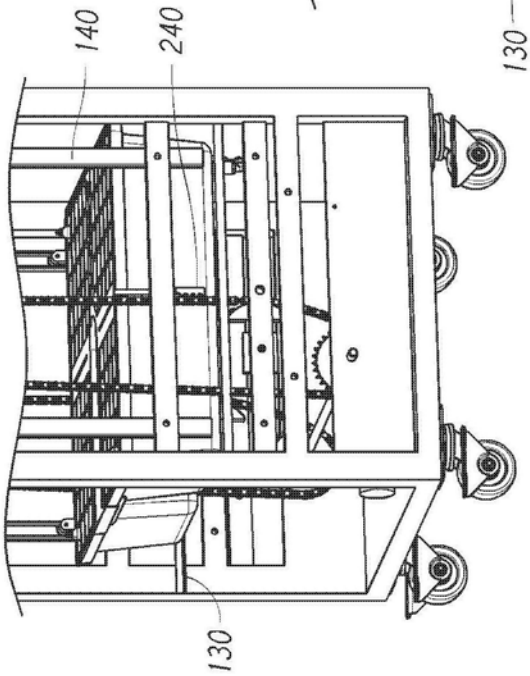



图9.1

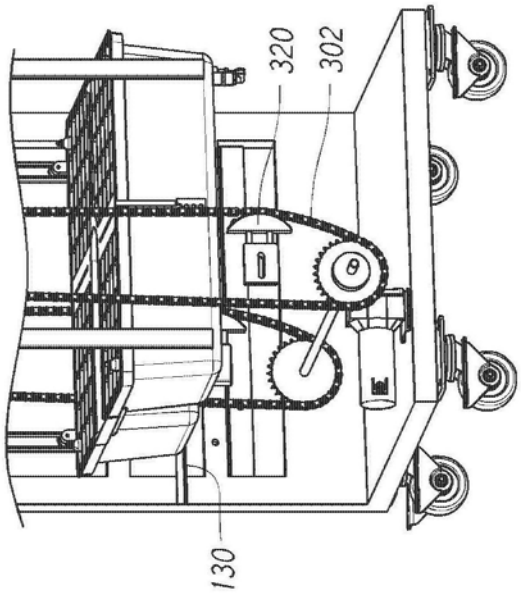



图9.2

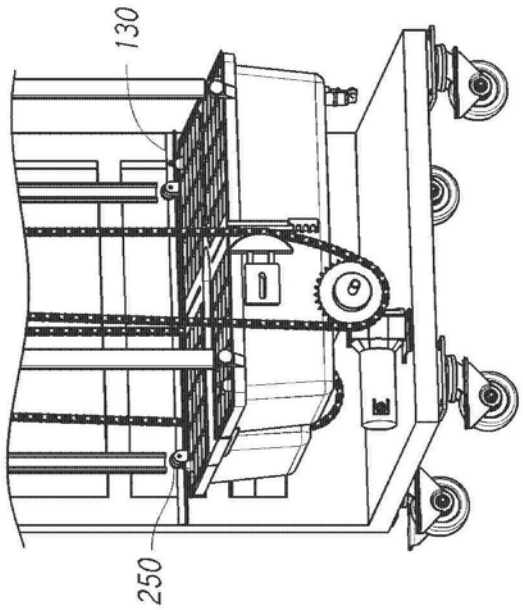



图9.3

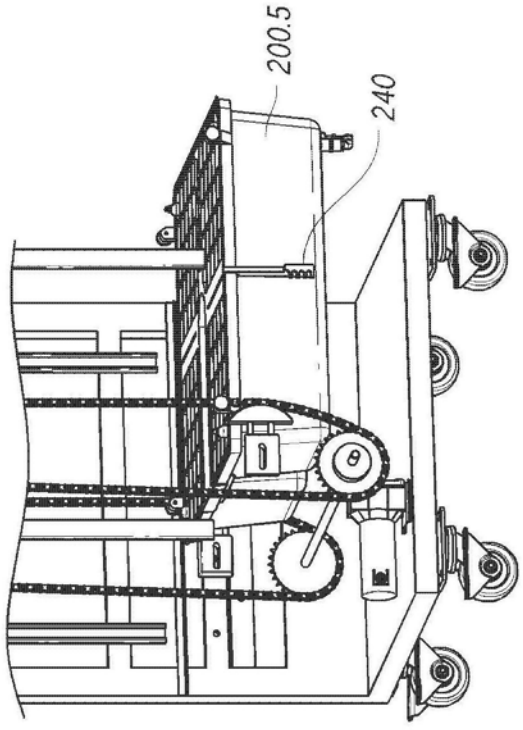



图9.4

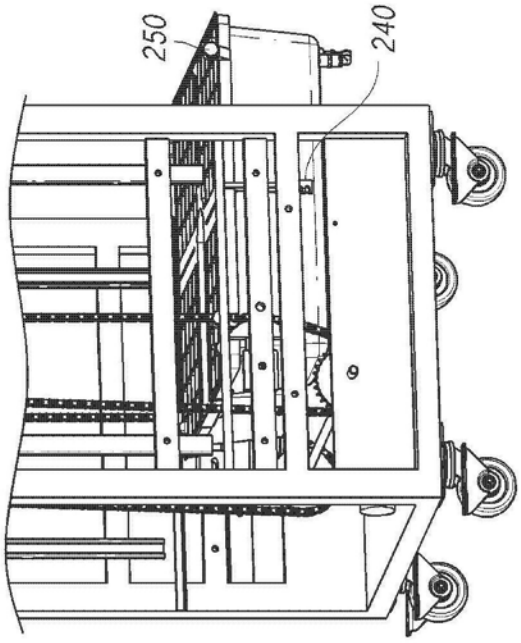



图9.5

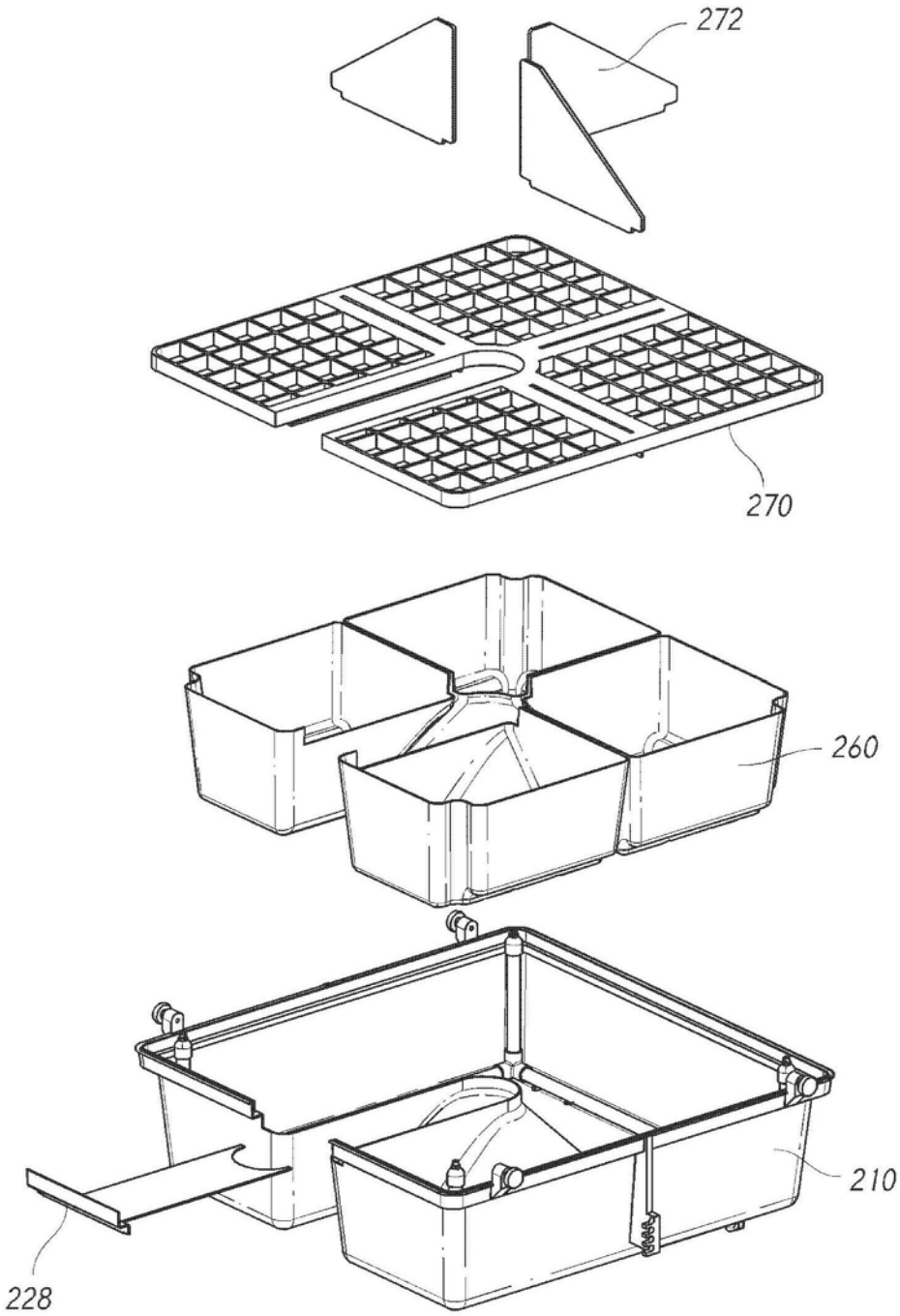



图10

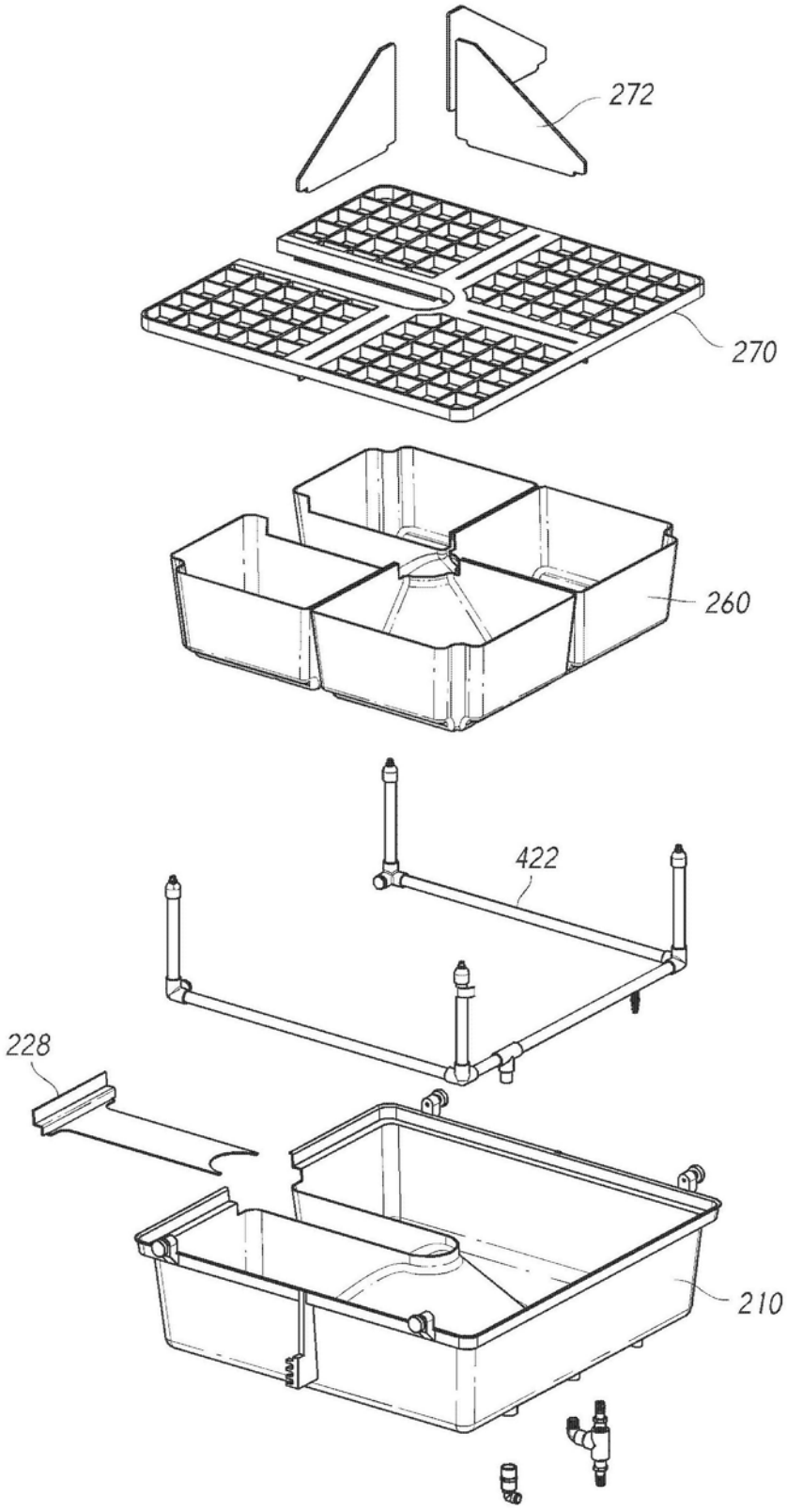



图11

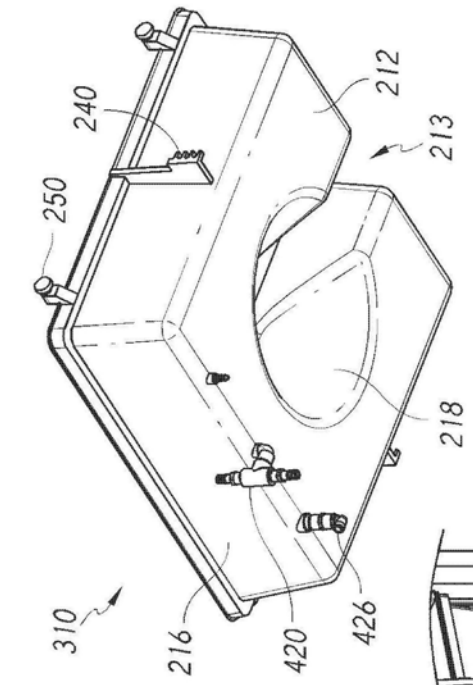

240
212
213
250
218
310
216
420
426

图13

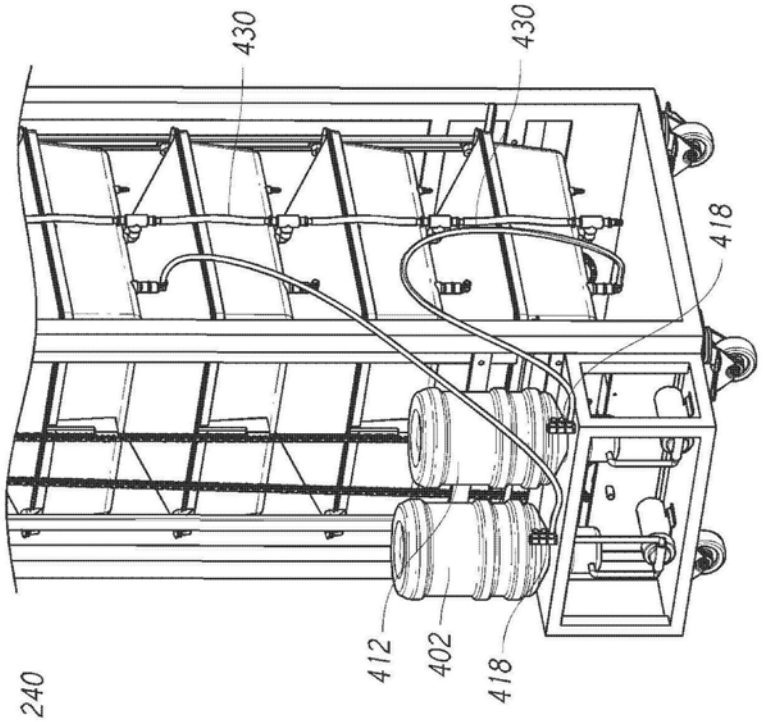

430
430
418
412
402
418

图14

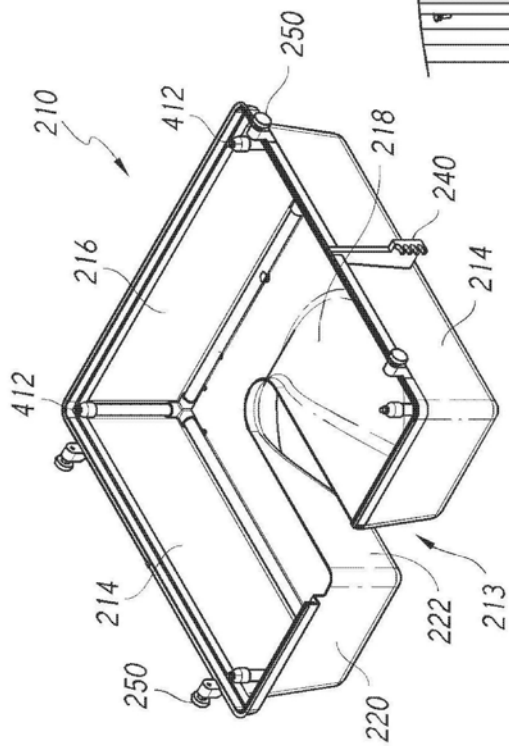

250
210
412
218
240
216
214
412
214
222
213
250
220

图12

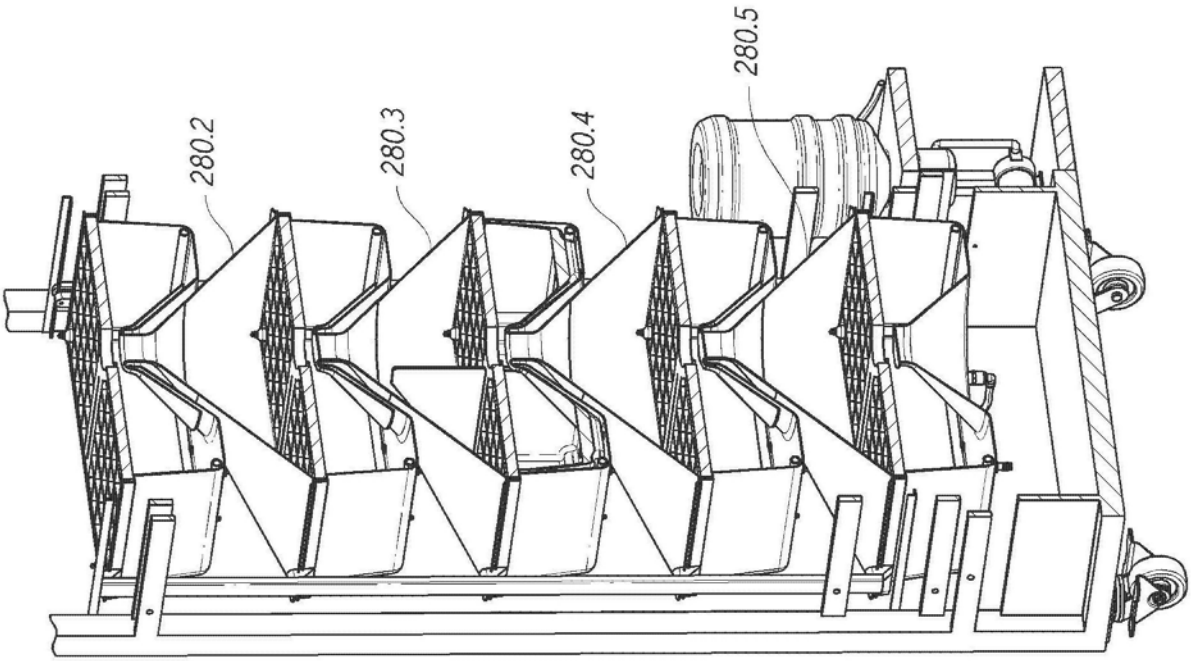



图15

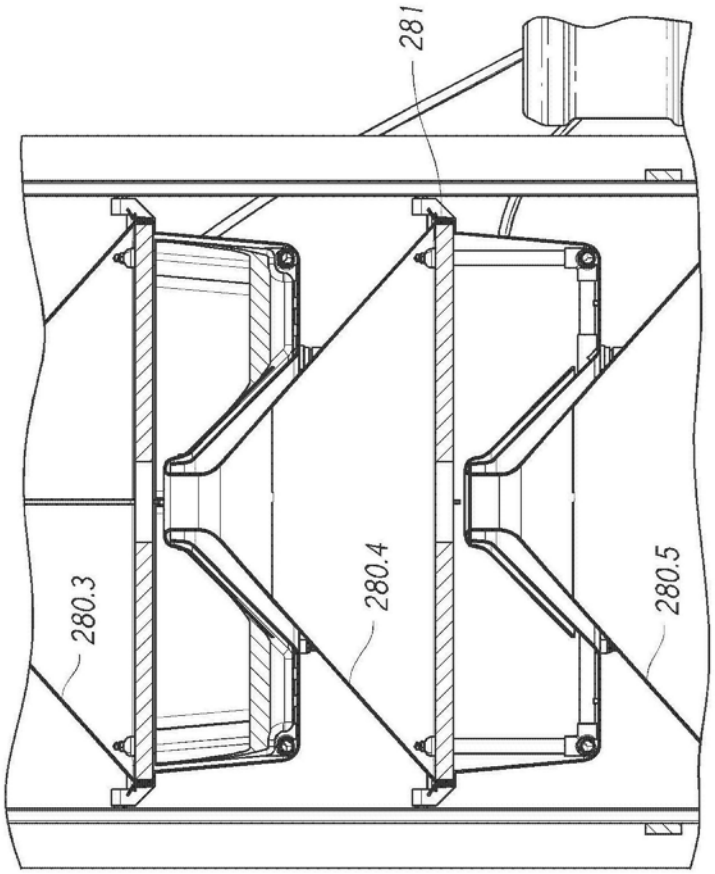



图16

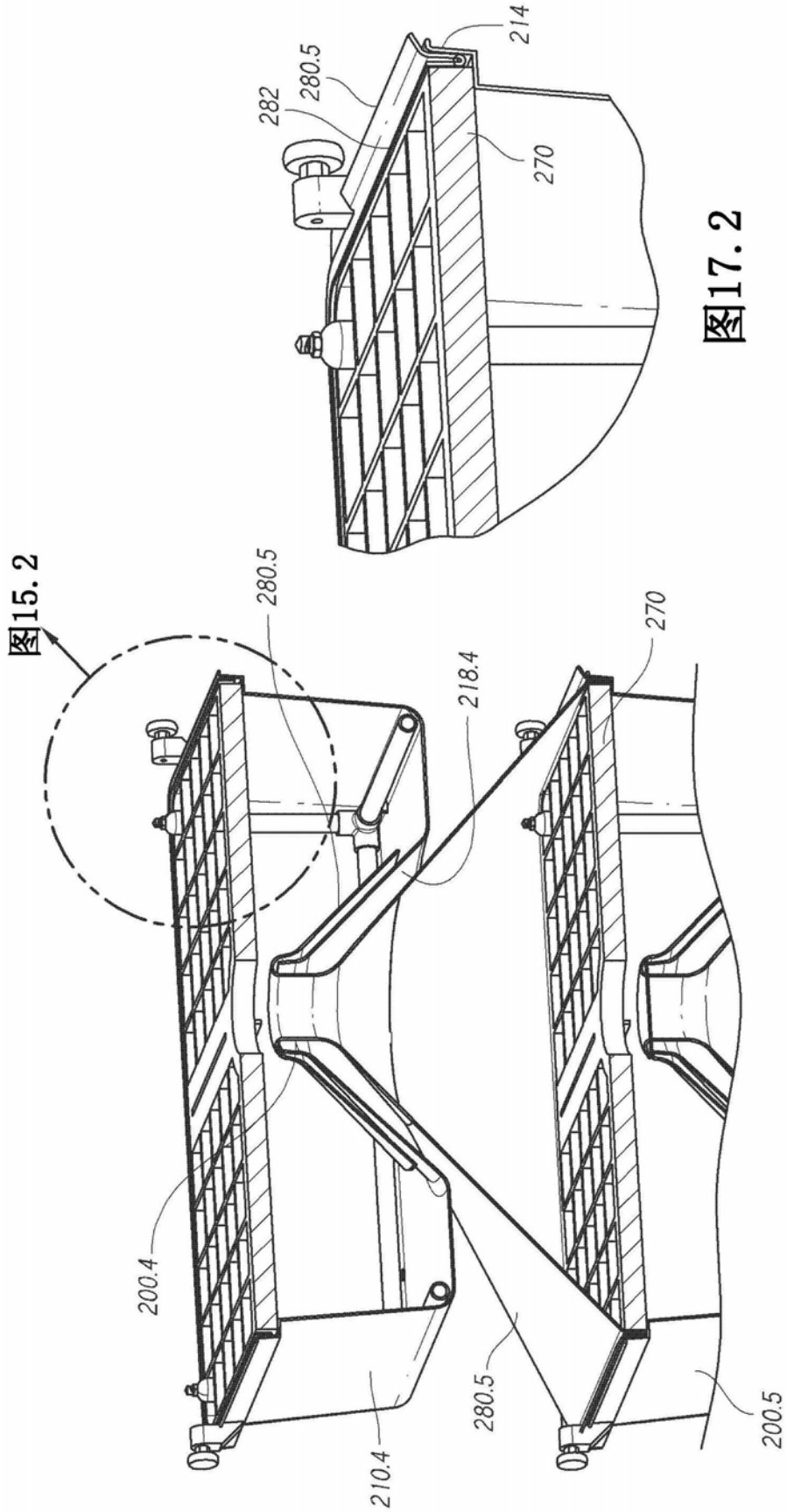



图15.2

图17.2

图17.1

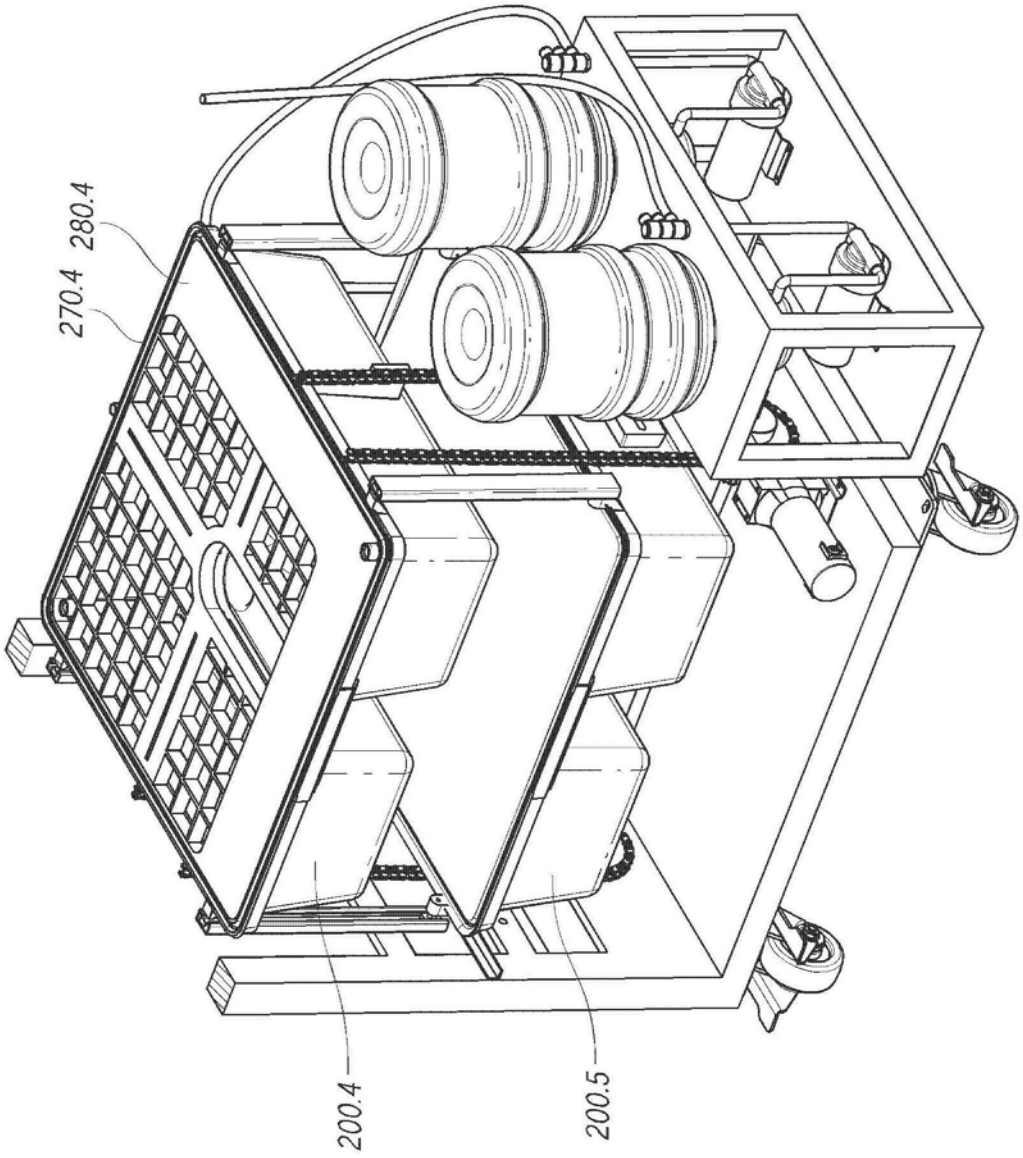



图18

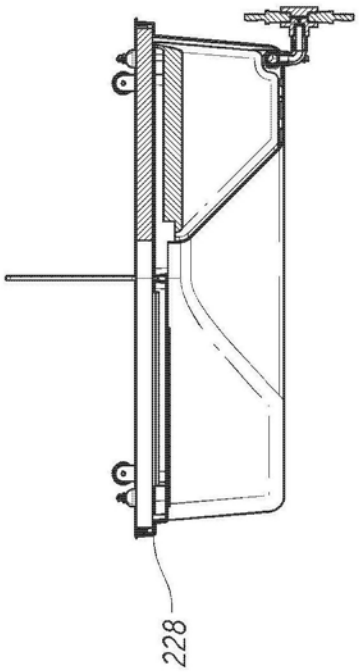



图19.1

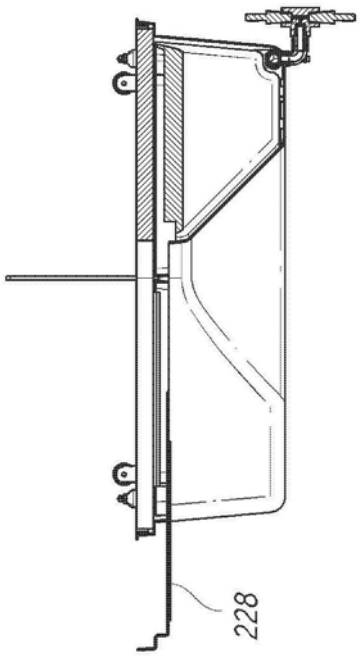



图19.2

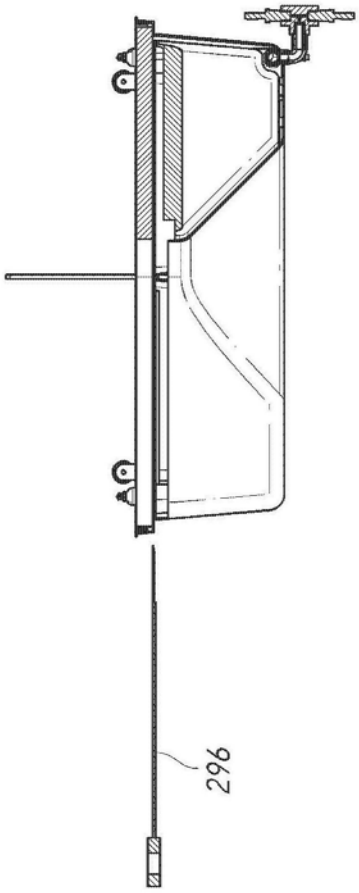



图19.3

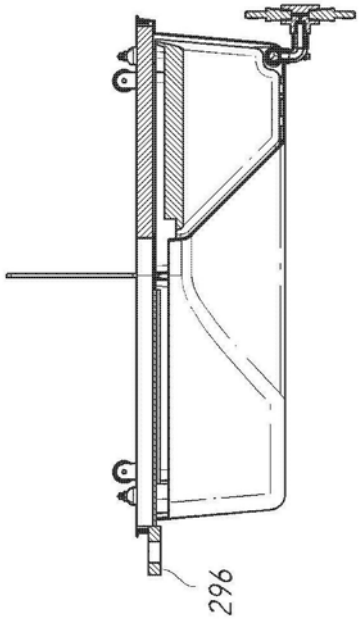



图19.4

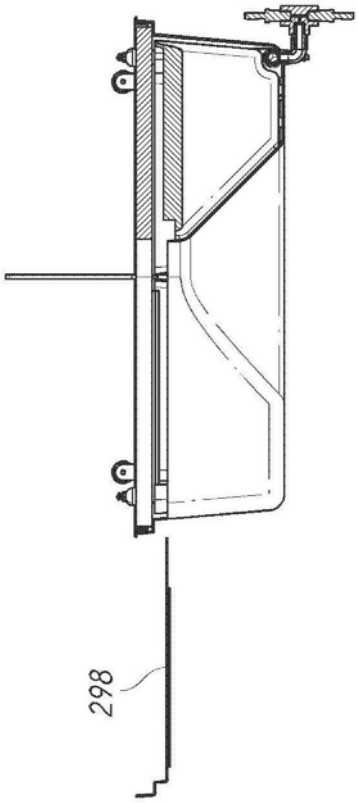



图19.5

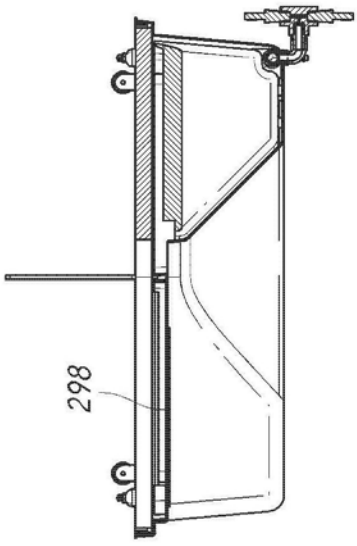



图19.6

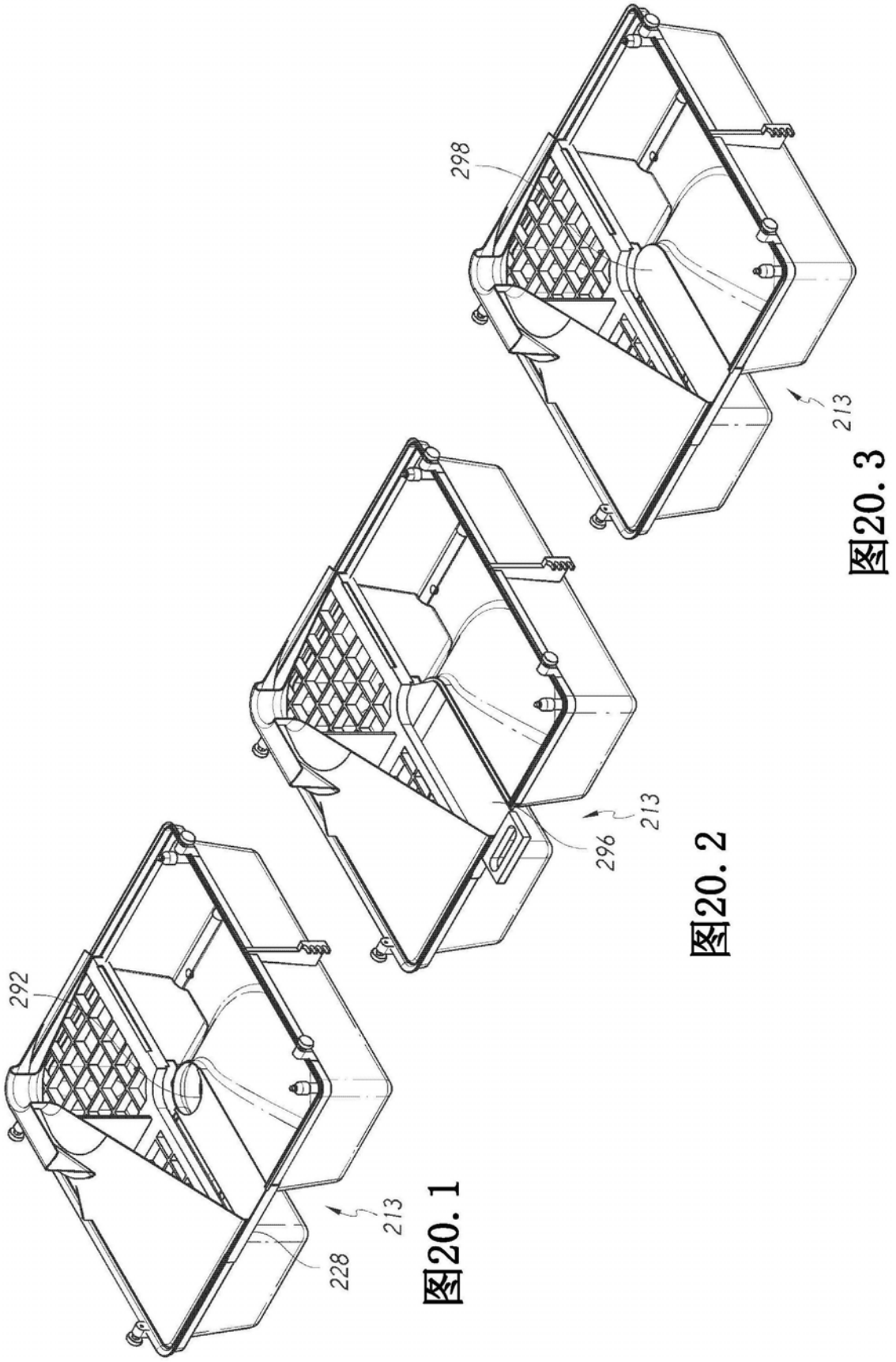



图20.1




图20.2




图20.3

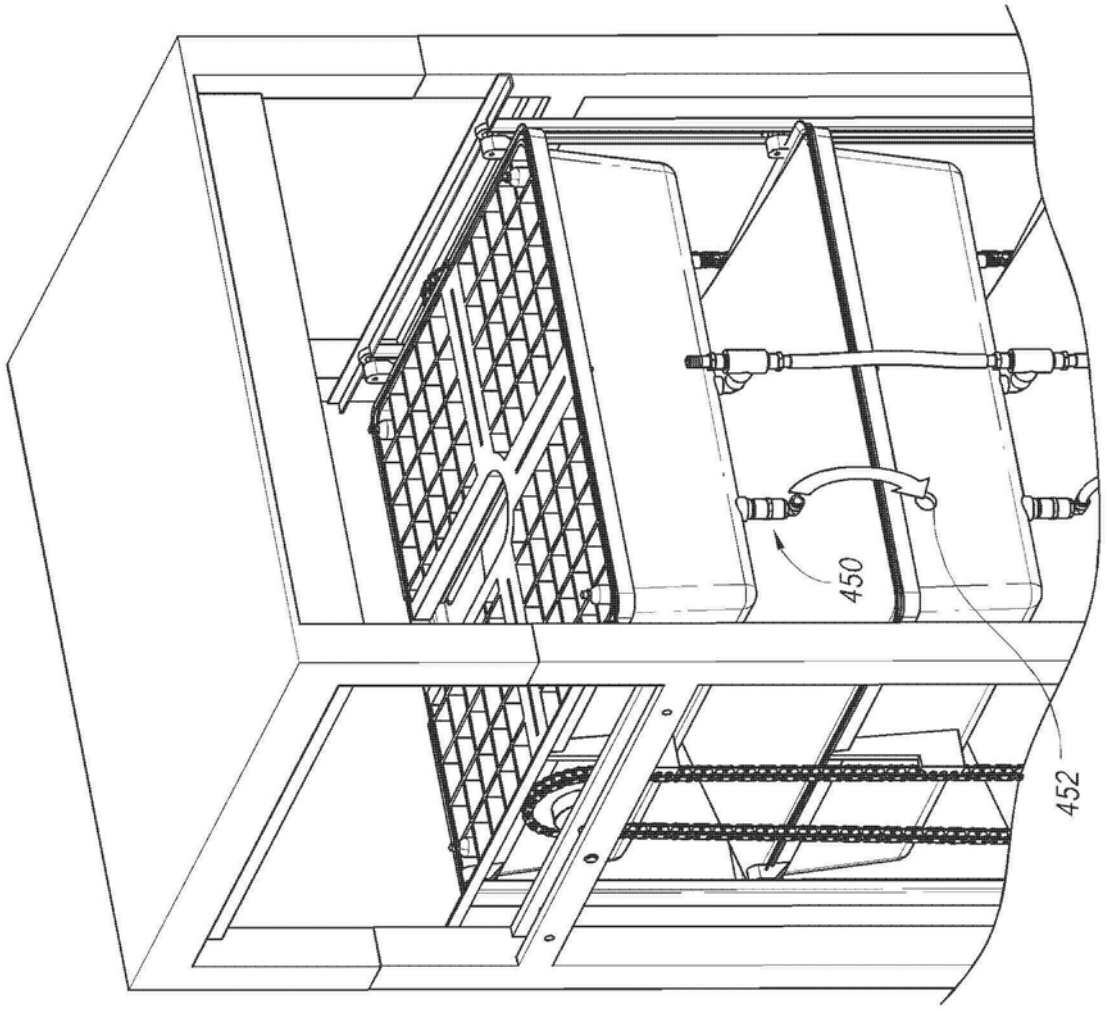



图21

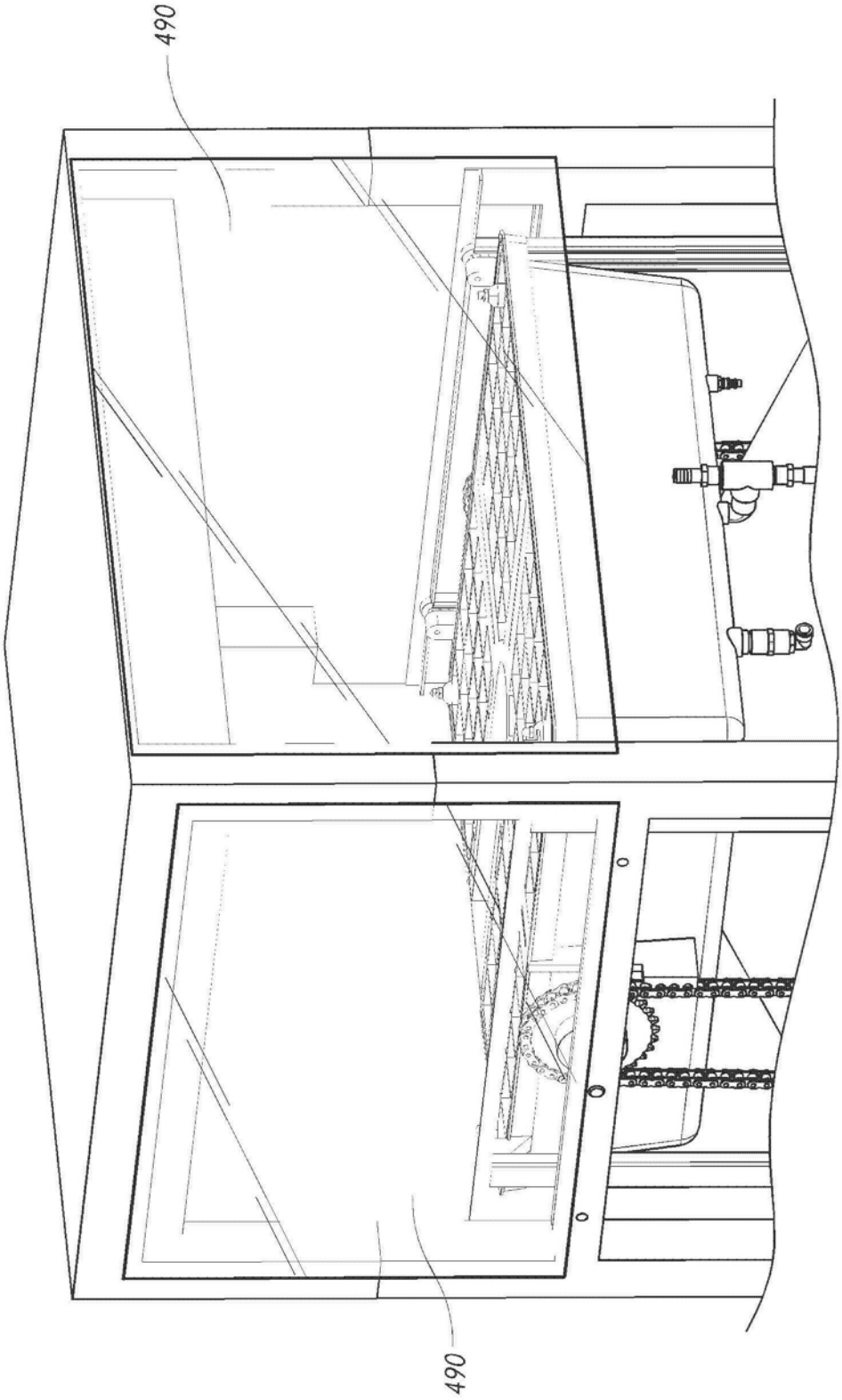



图22

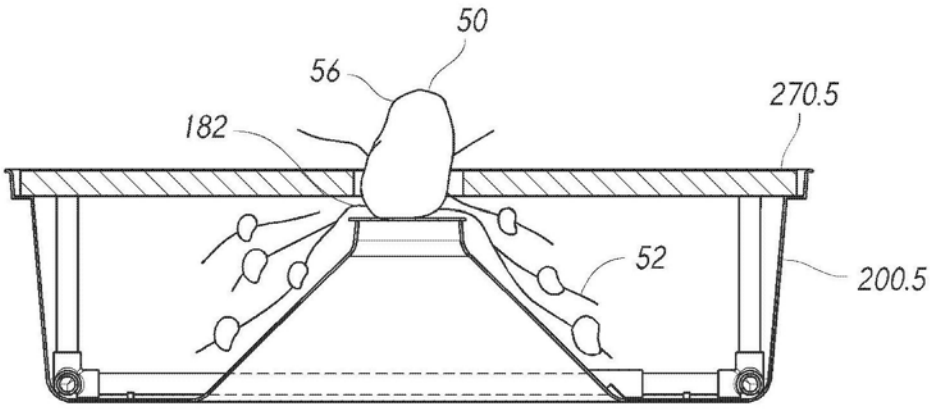



图23.1

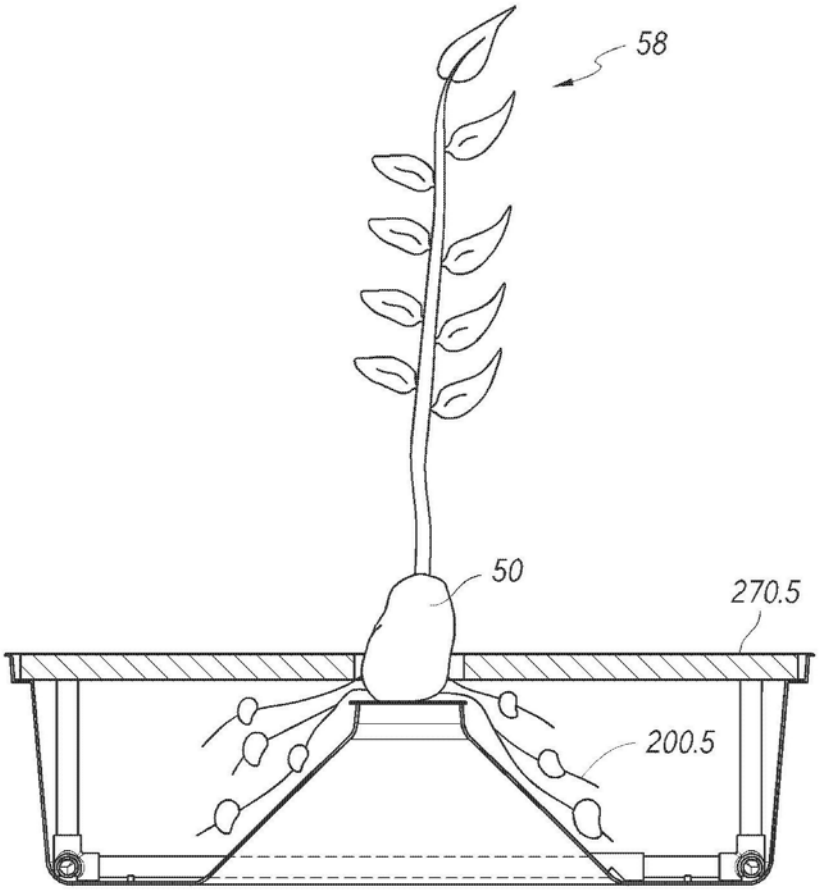



图23.2

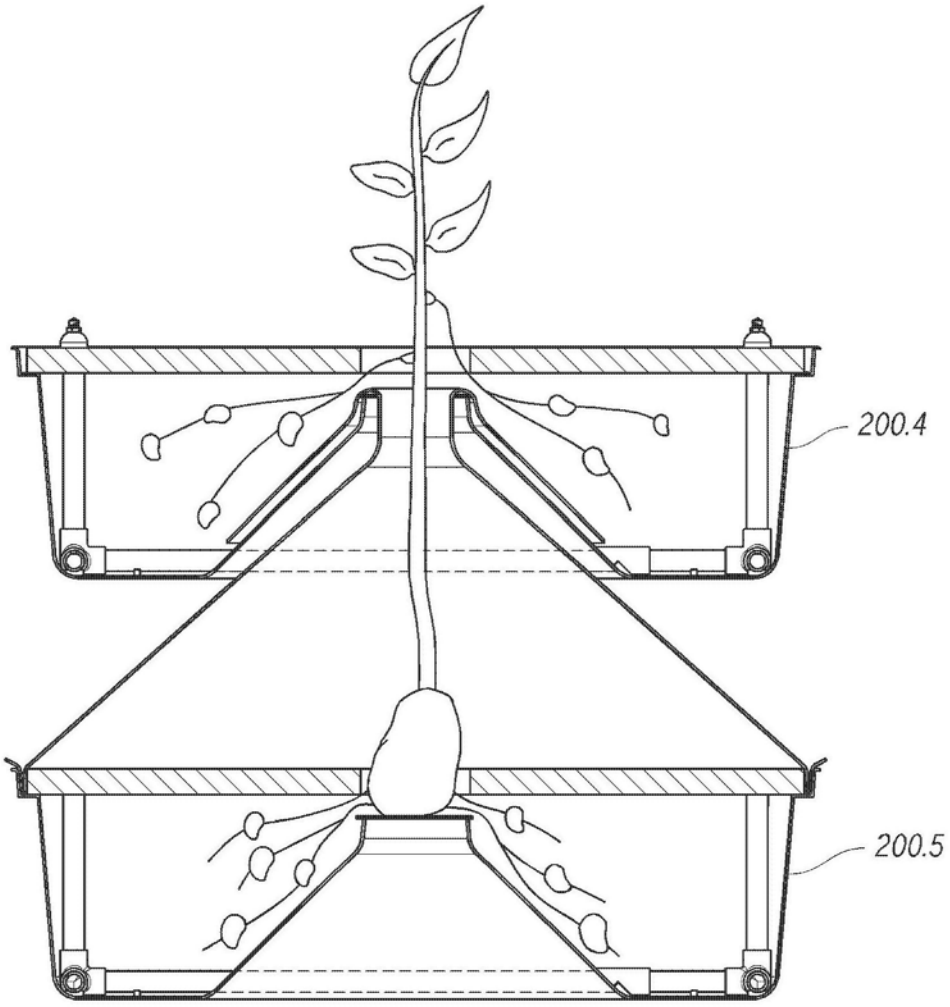



图23.3

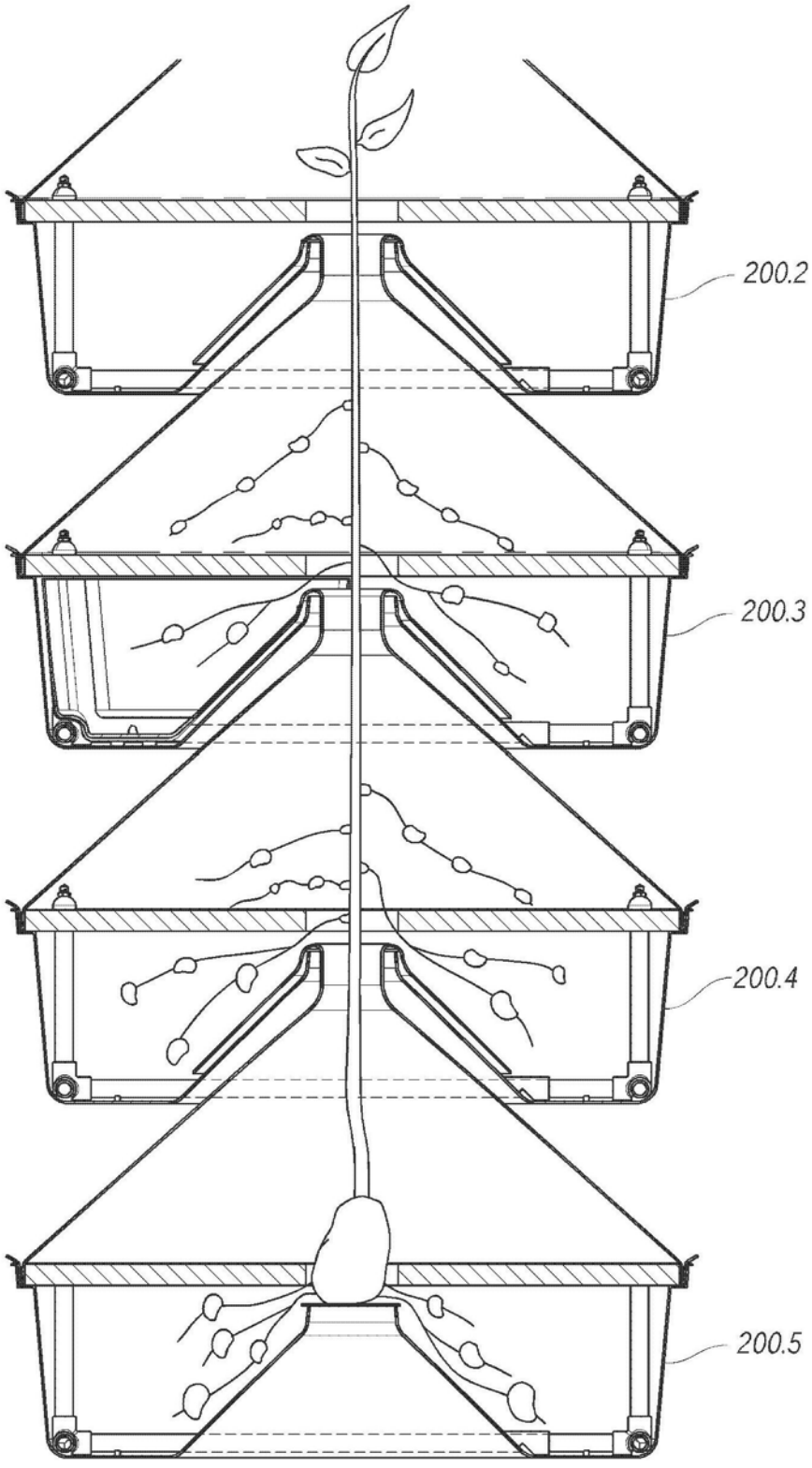



图23.4

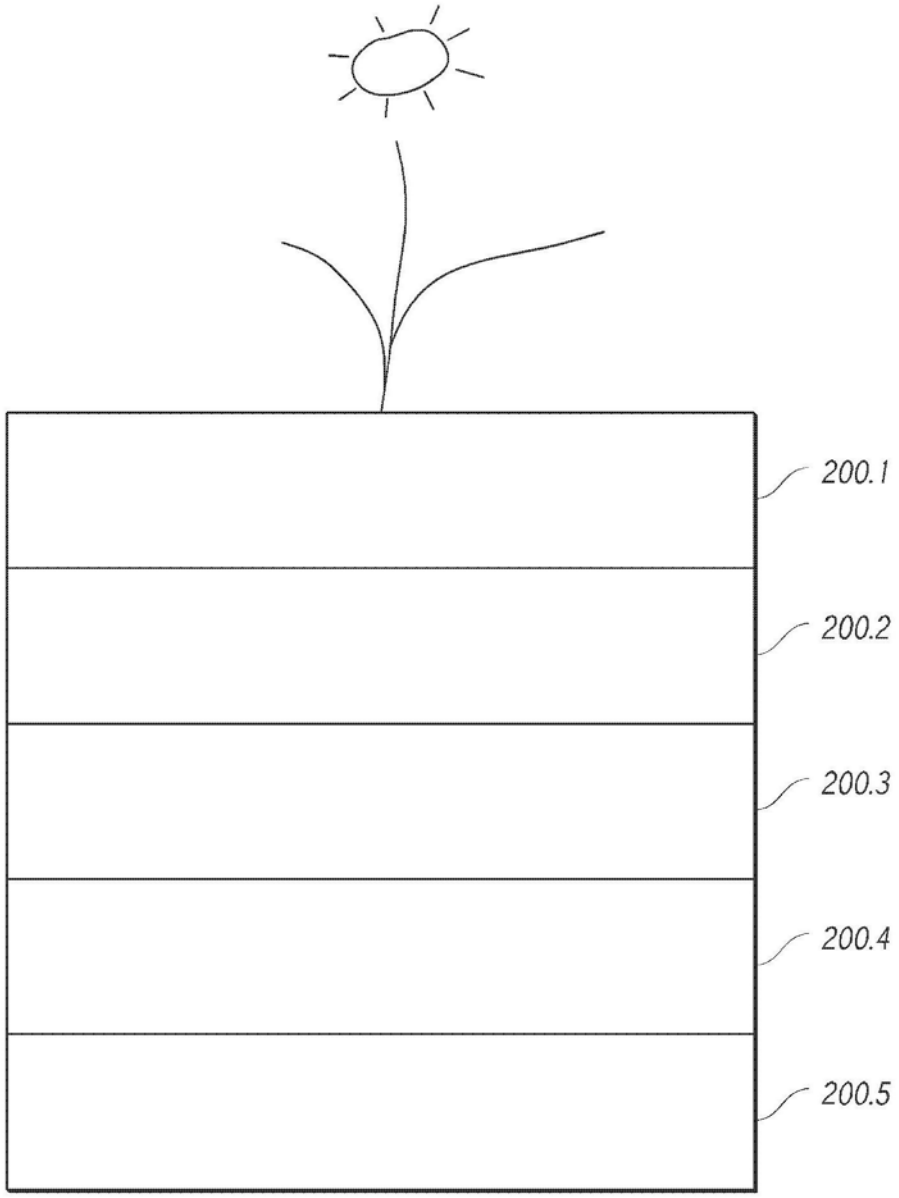



图23.5

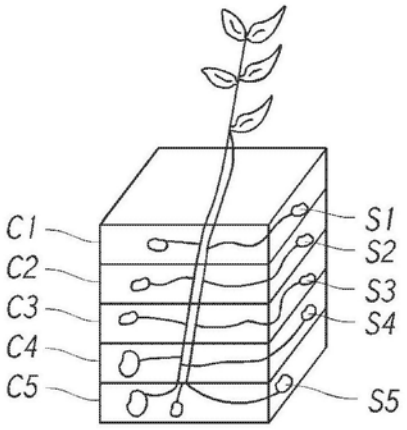



图24.1

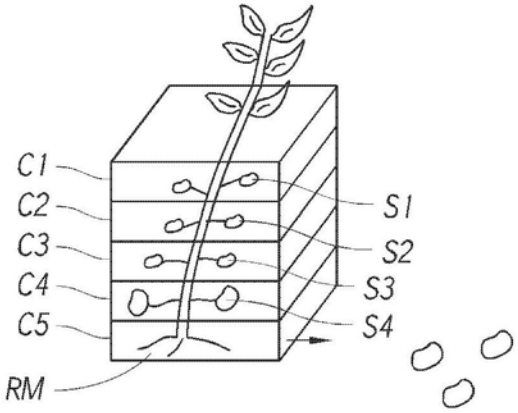



图24.2

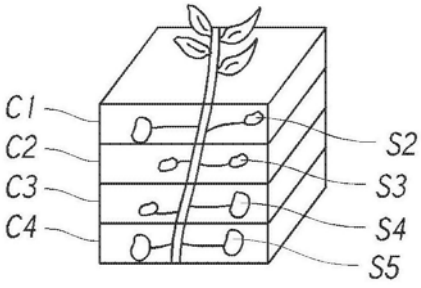



图24.3

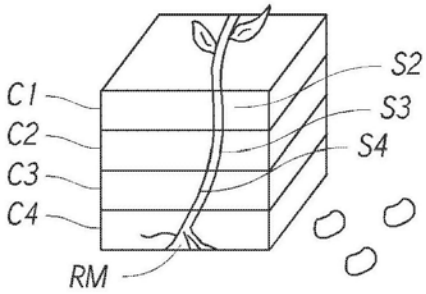



图24.4

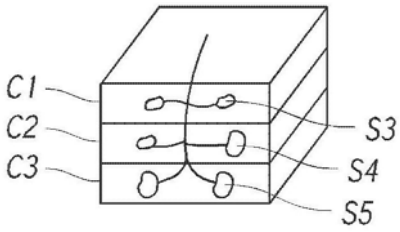



图24.5

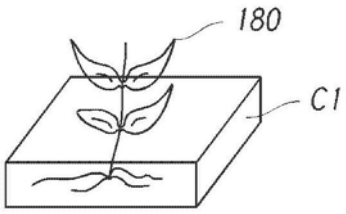



图25.1

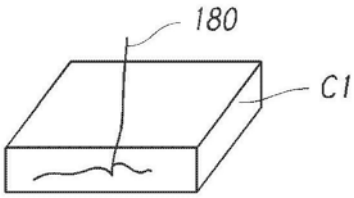



图25.2

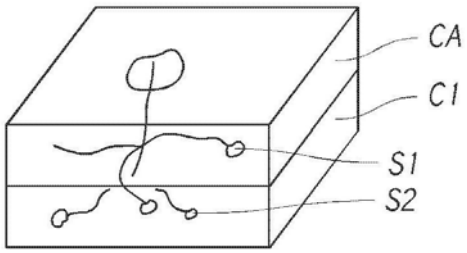



图25.3

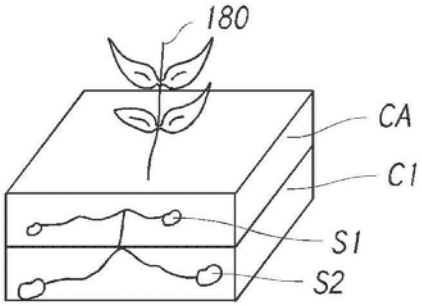



图25.4

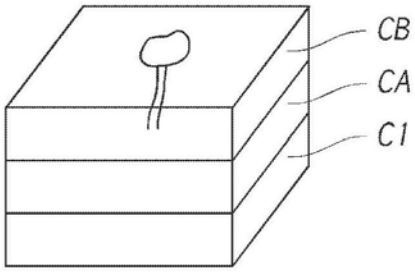



图25.5

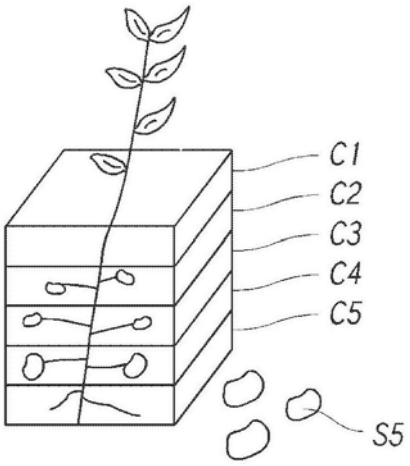



图26.1

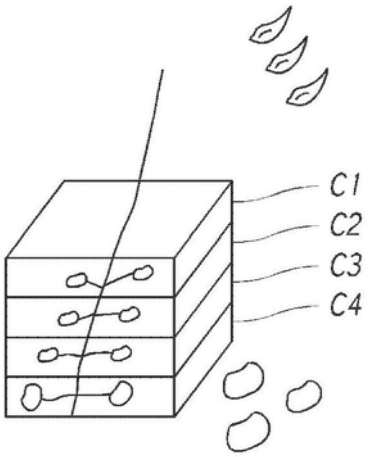



图26.2

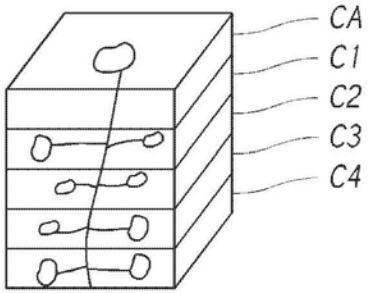



图26.3

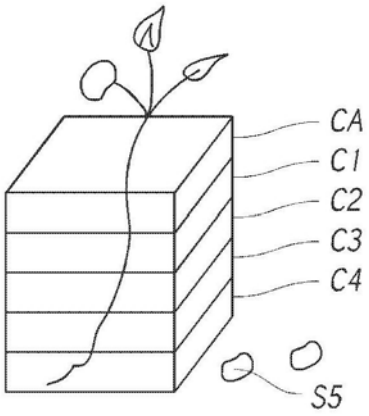



图26.4

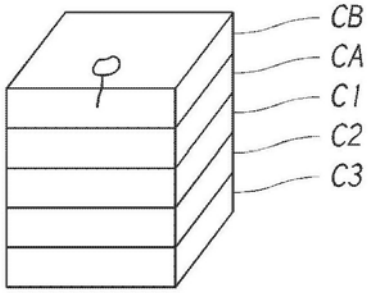



图26.5

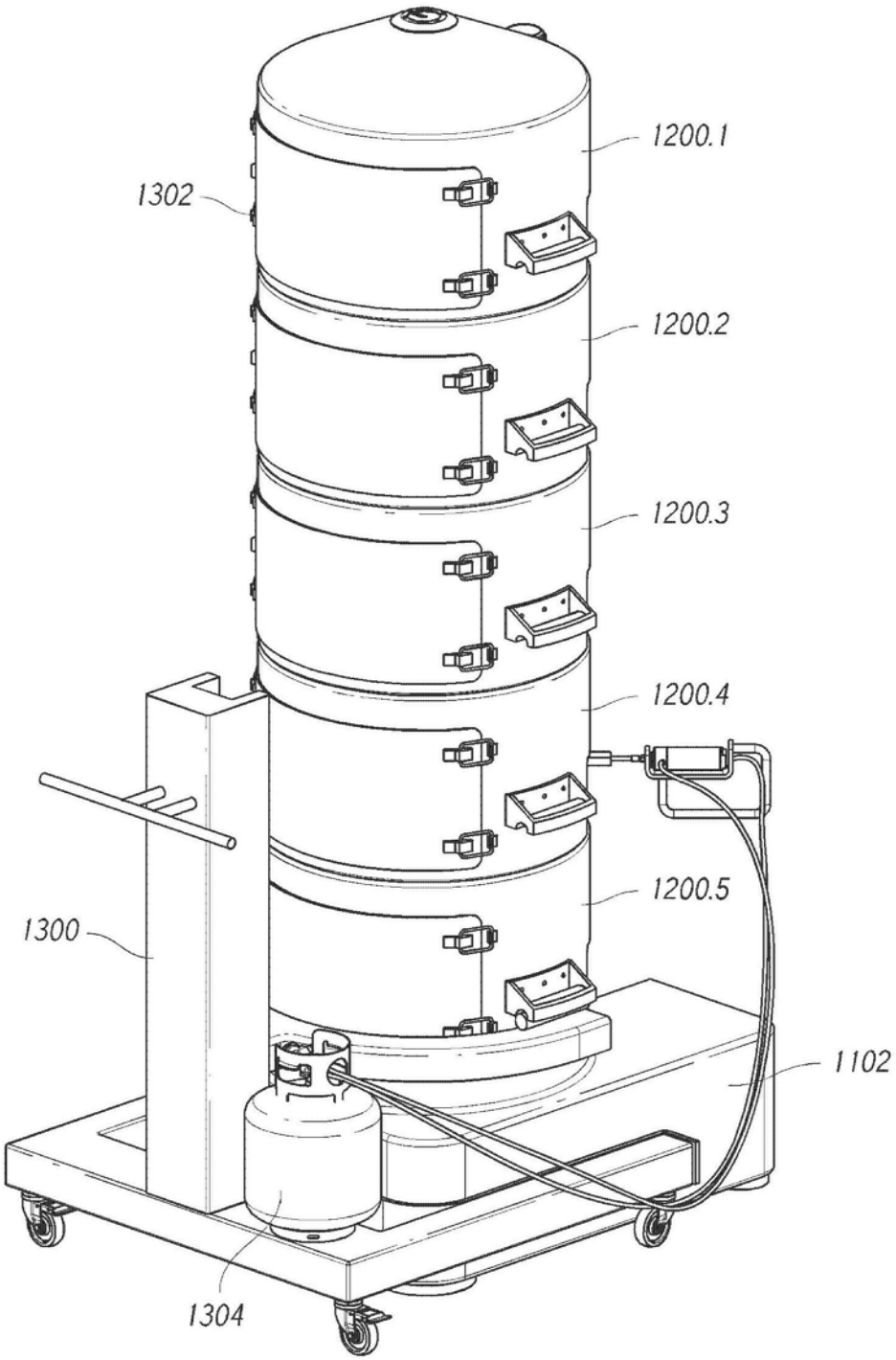



图27

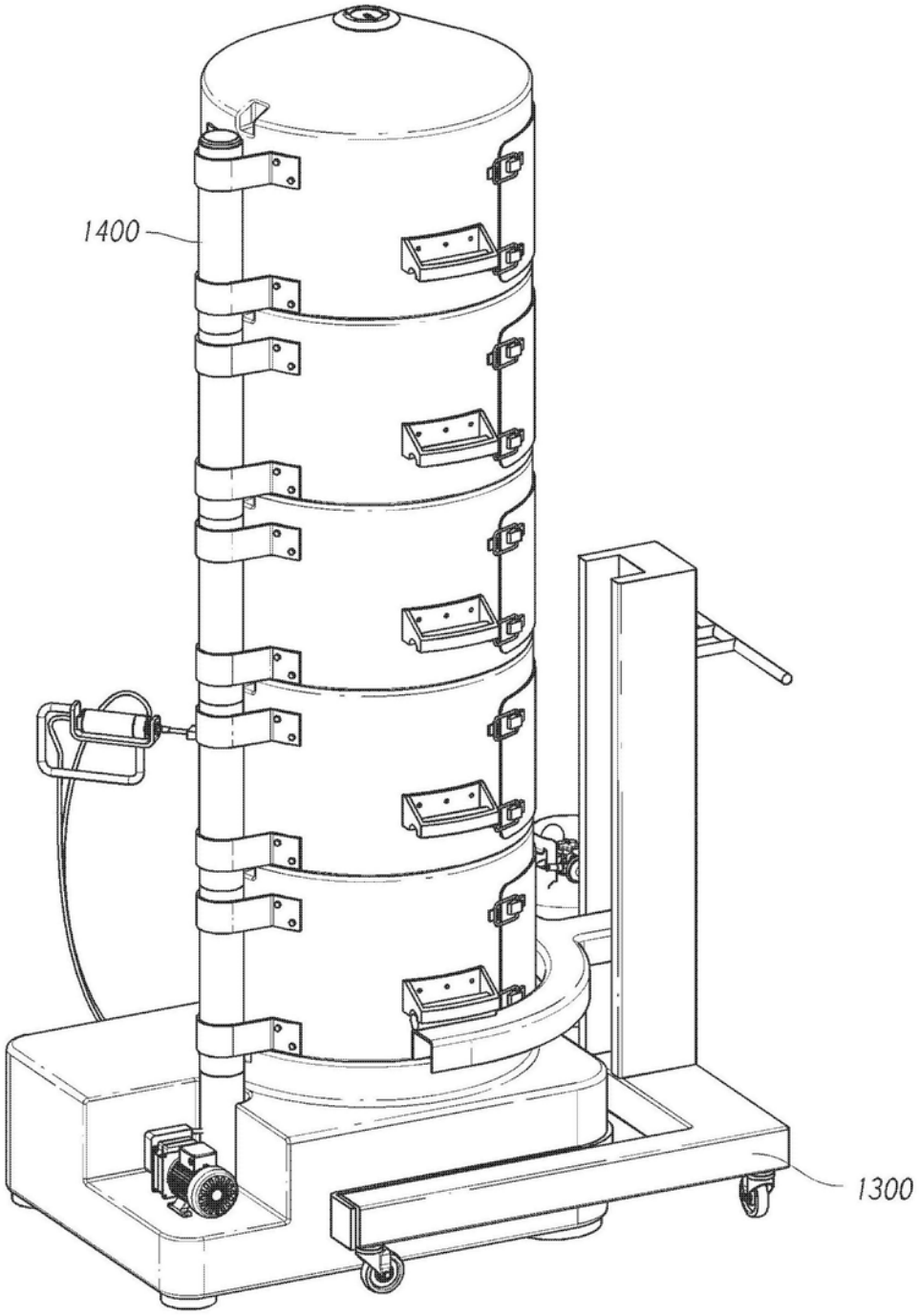



图28

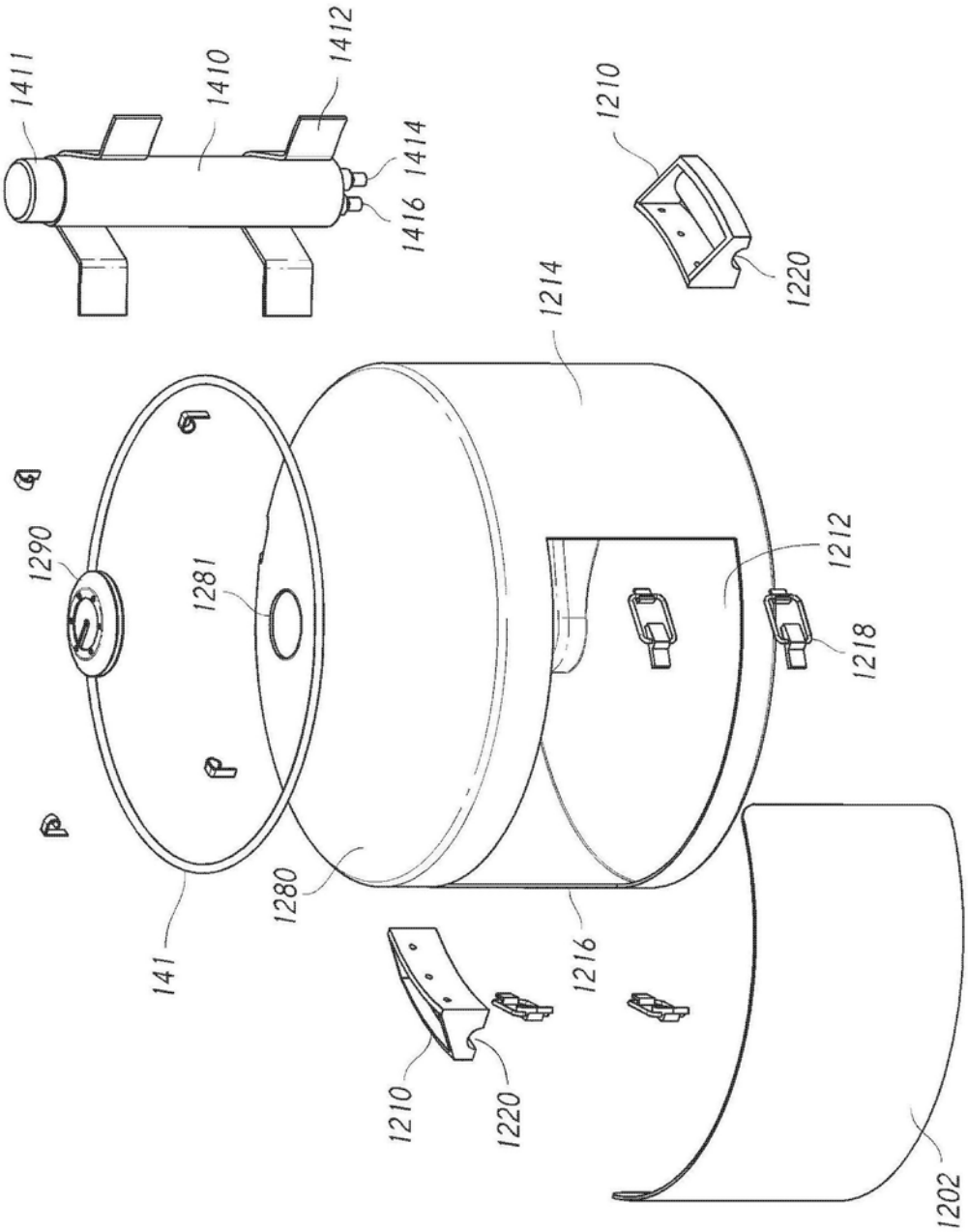

1411
1410
1412
1414
1416
1210
1220
1214
1290
1281
1212
1218
1280
141
1216
1210
1220
1202

图29

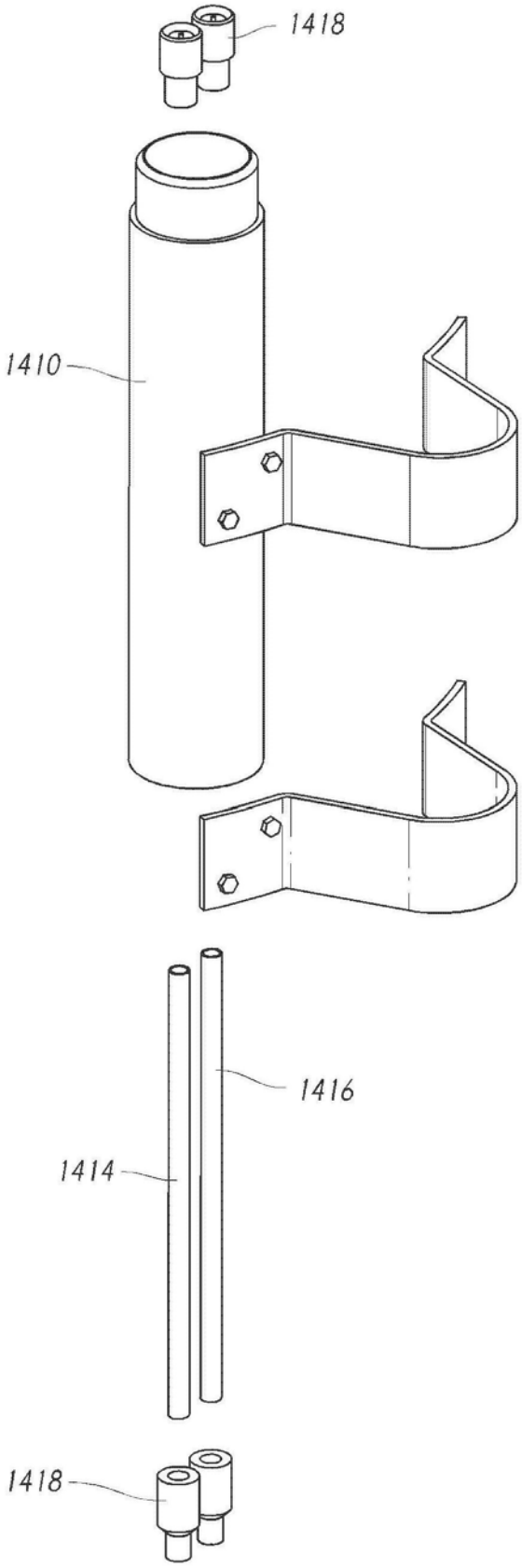



图30

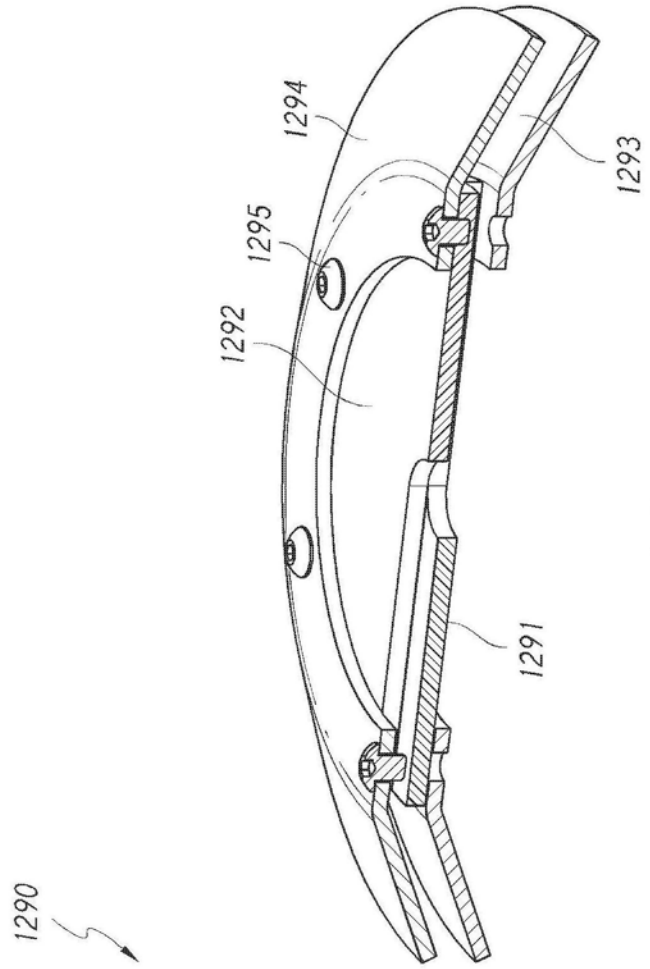



图32

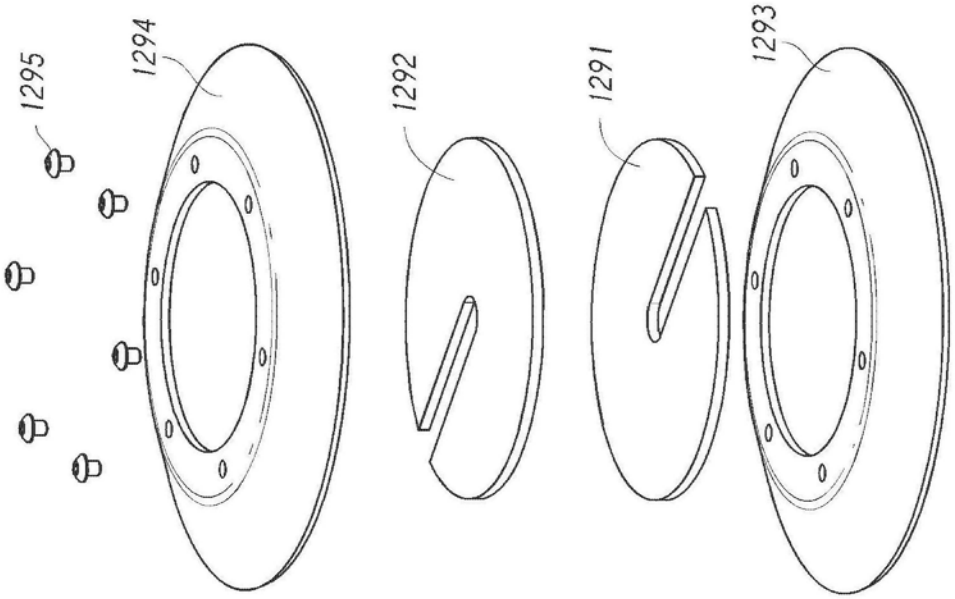



图31

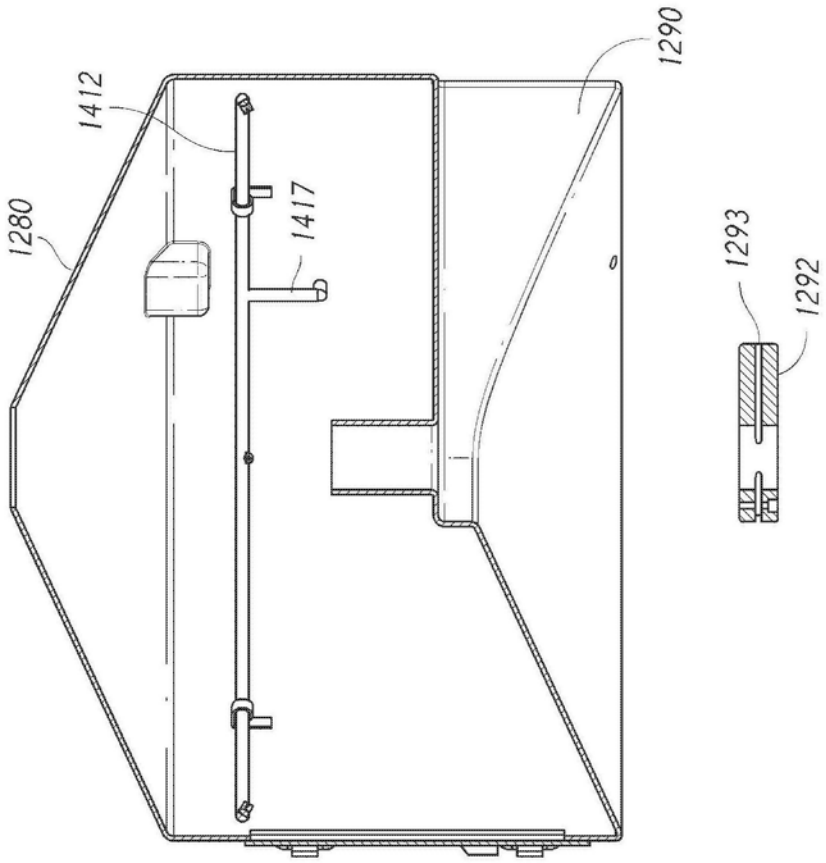



图33

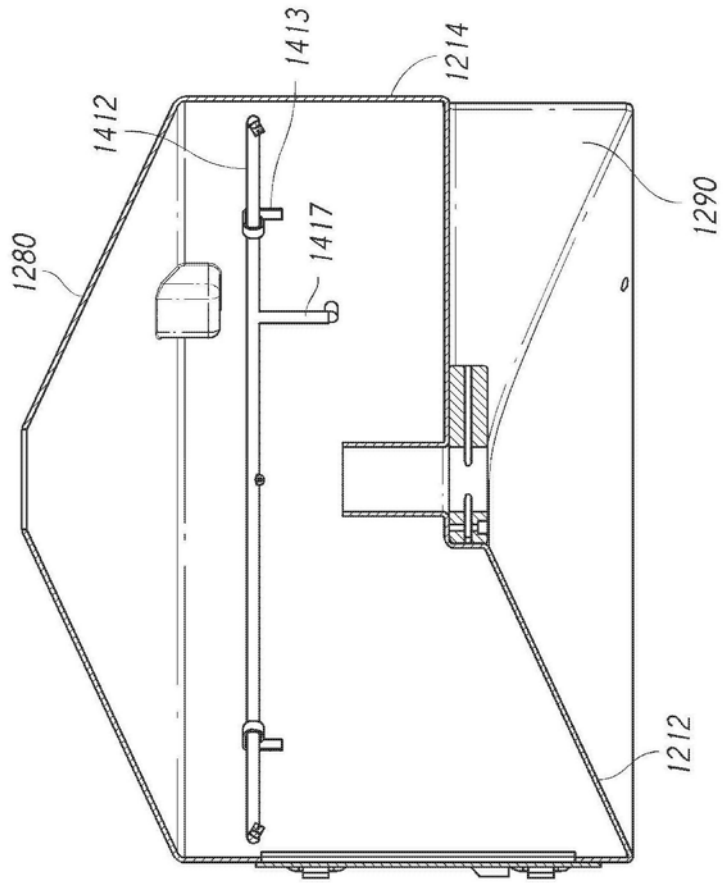



图34

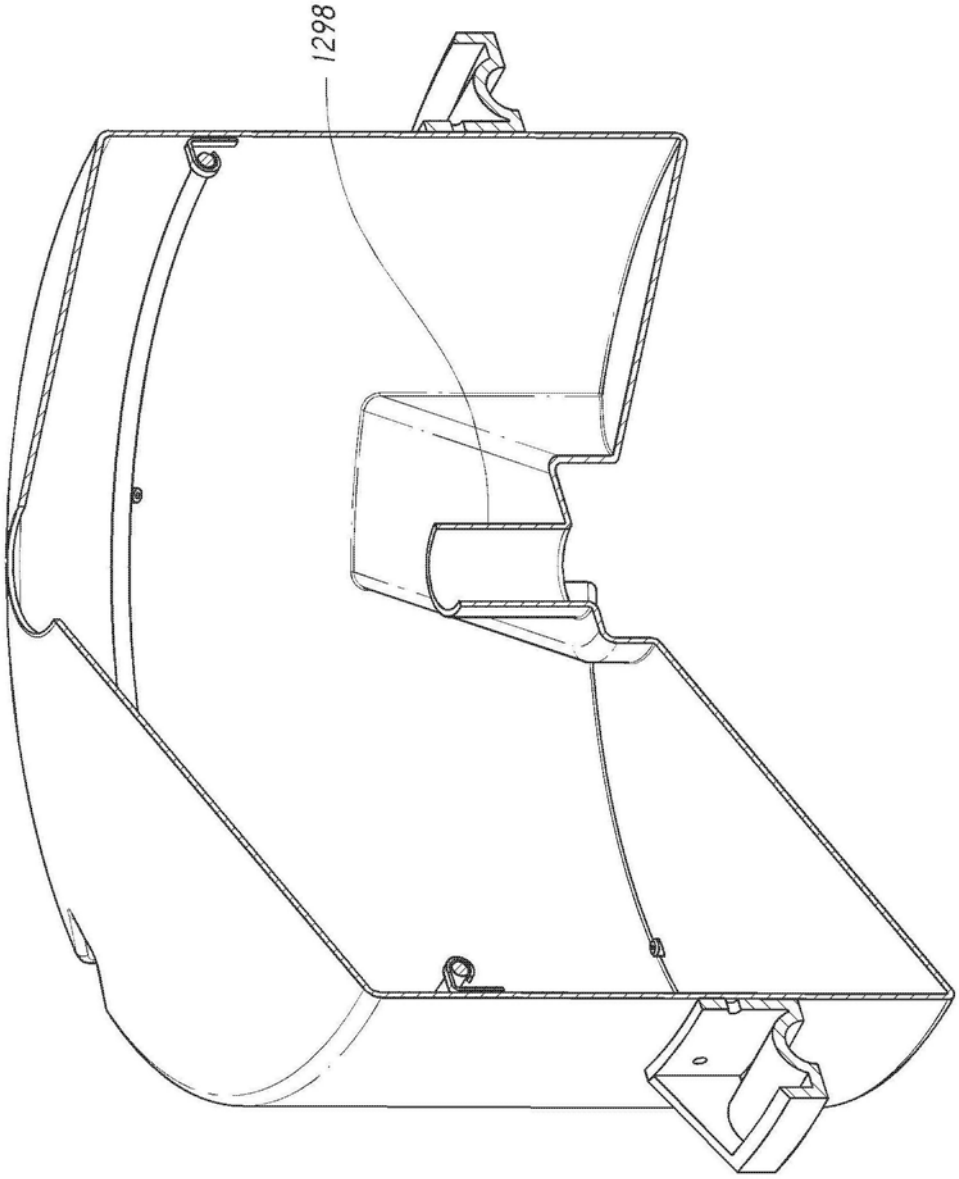



图35

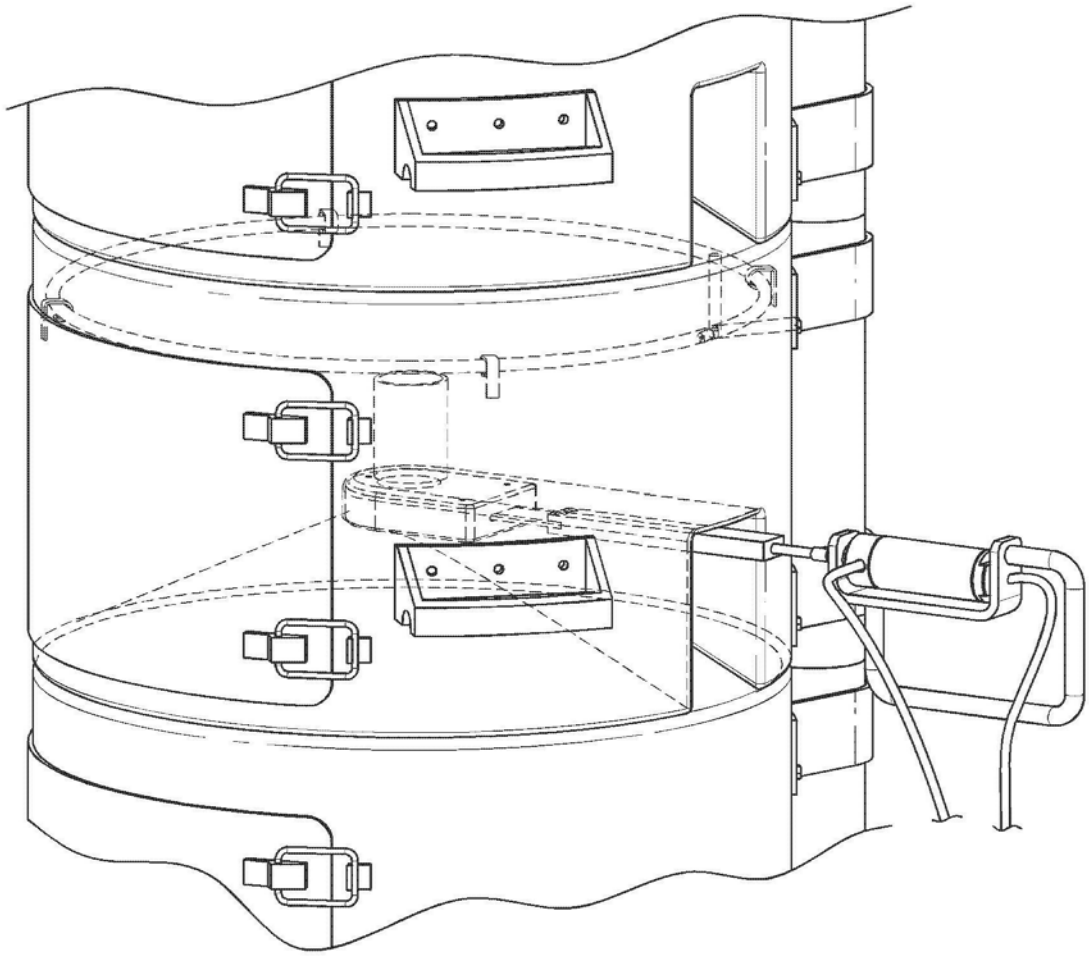


图36

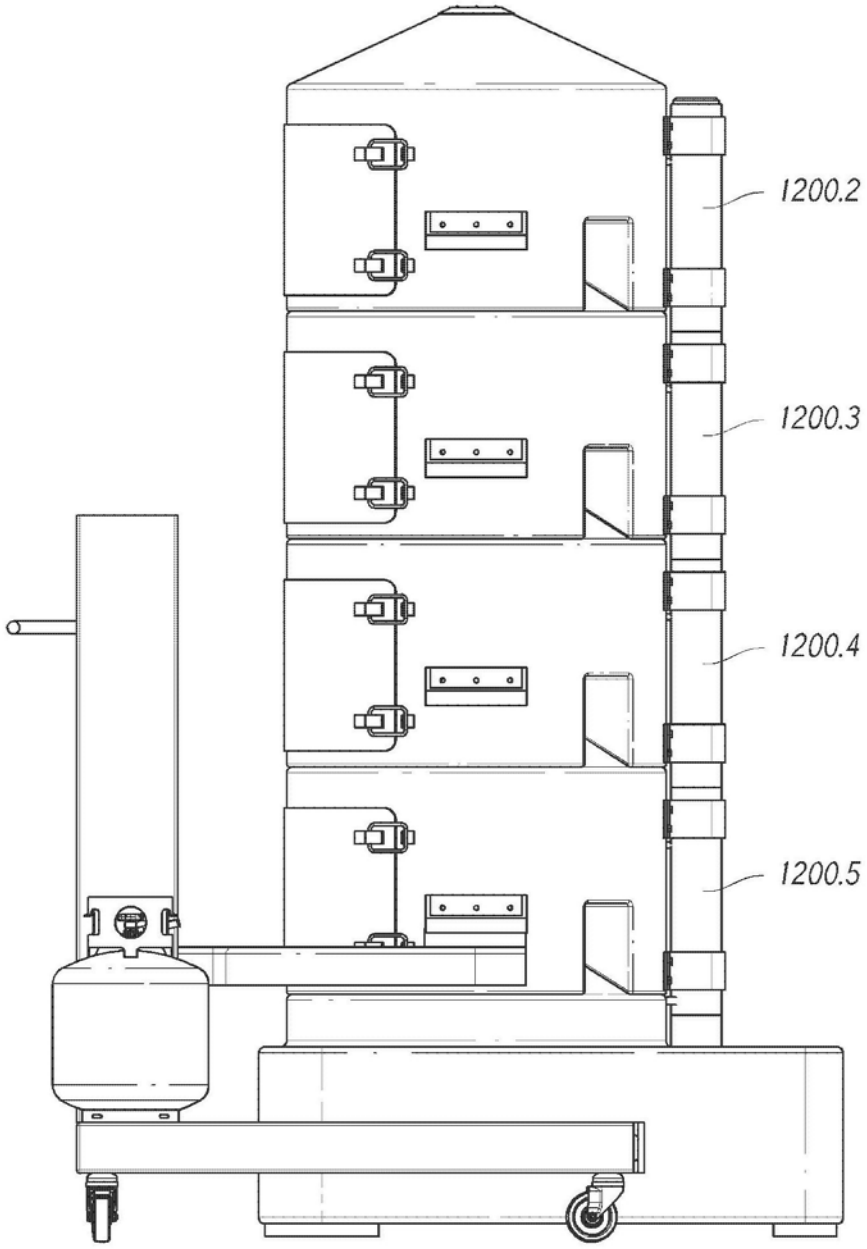



图37.1

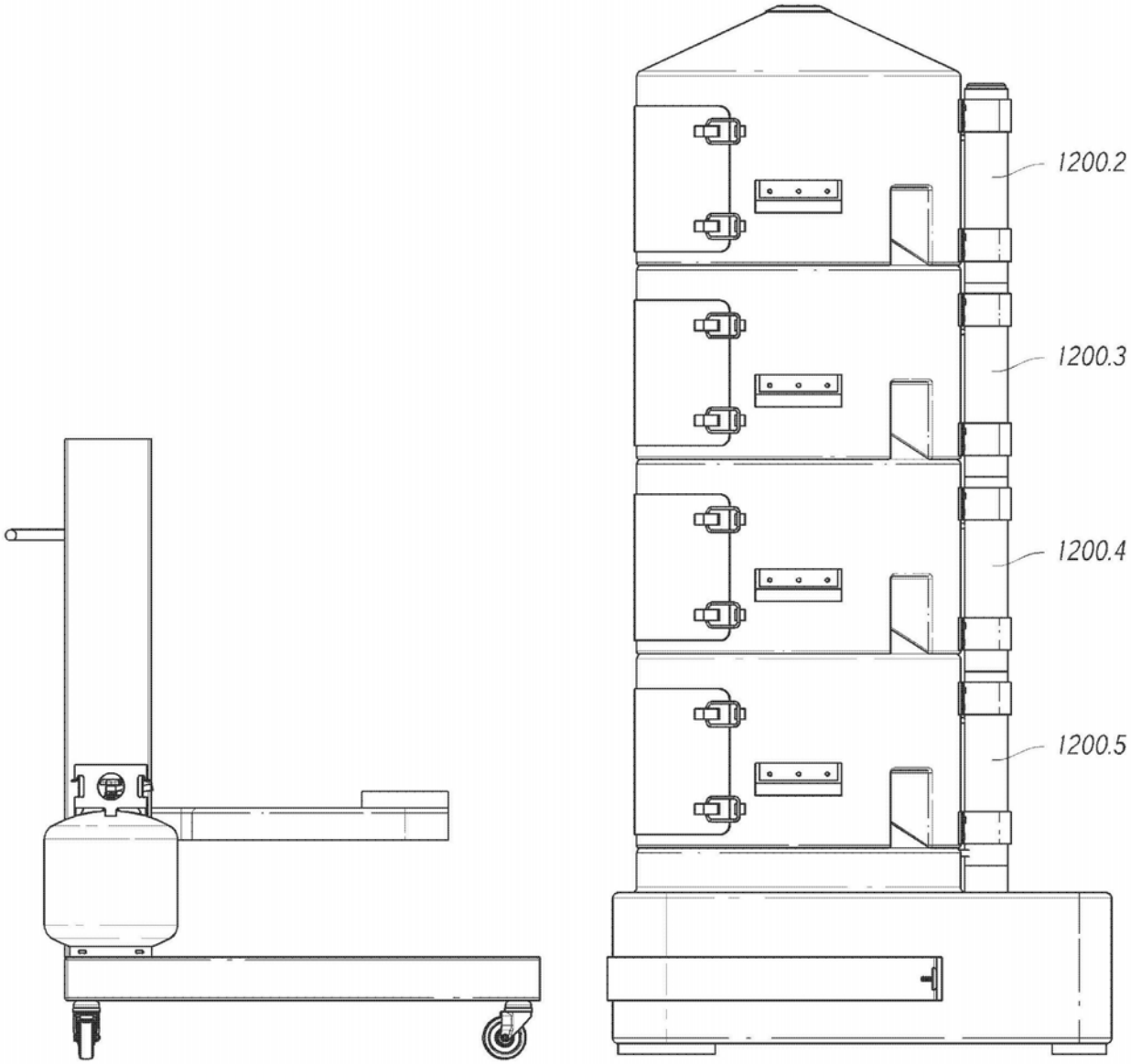



图37.2

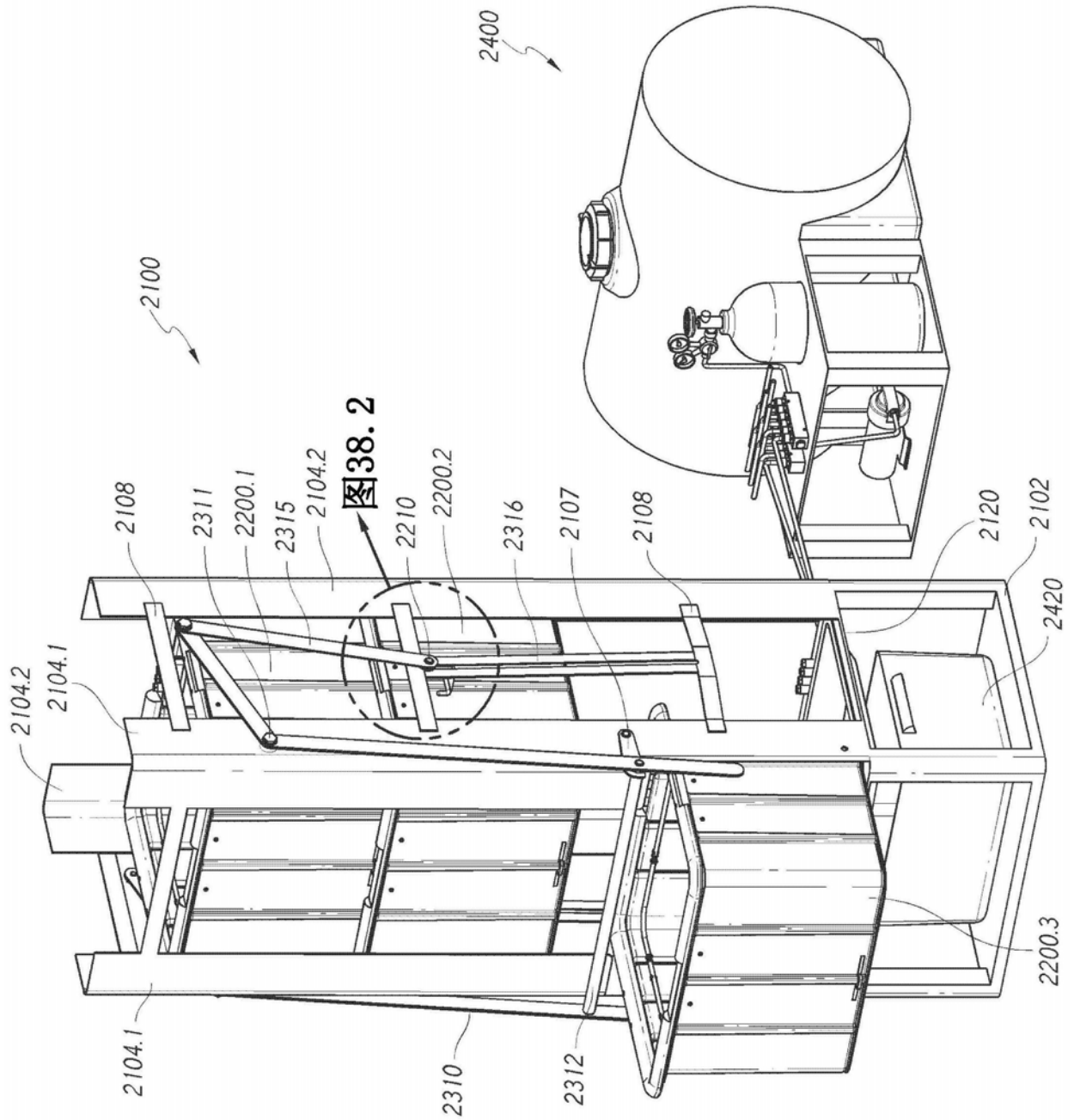

2400
2100
2108
2311
2200.1
2315
2104.2
2210
2200.2
2316
2107
2108
2120
2102
2420
2104.2
2104.1
2200.3
2104.1
2310
2312

图38.2

图38.1

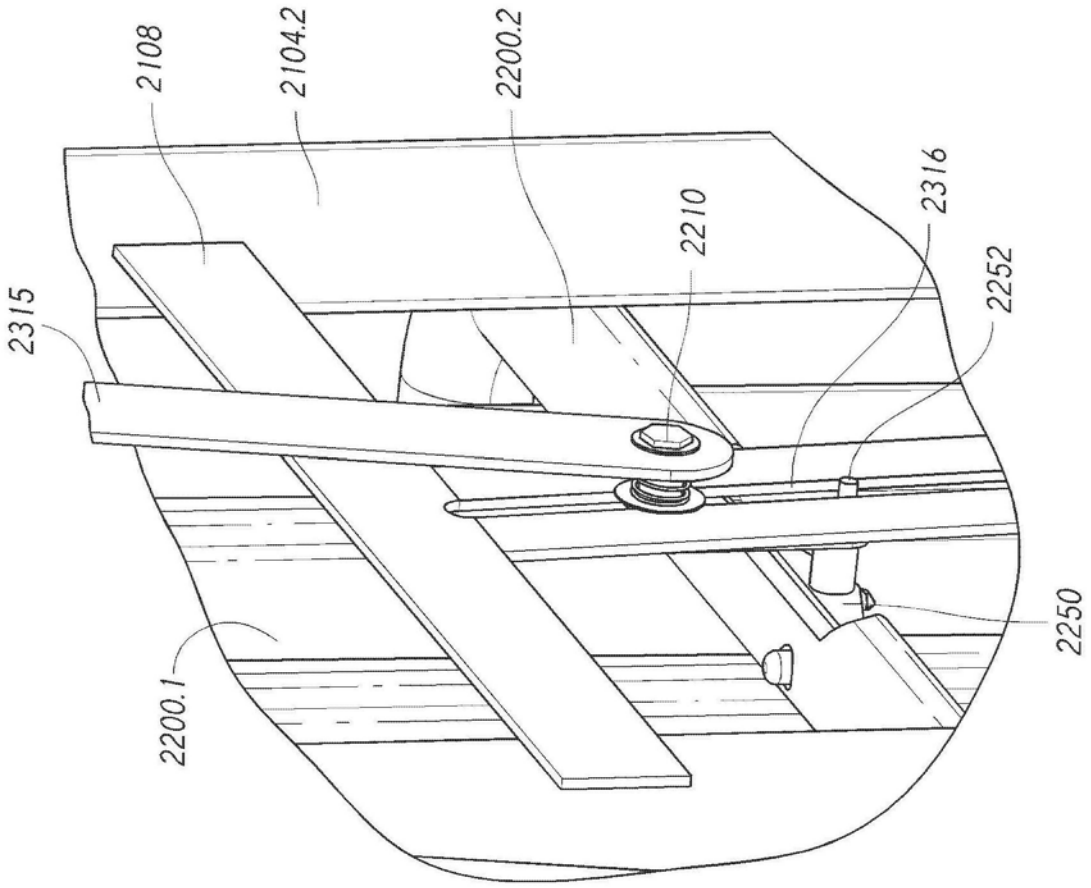



图38.2

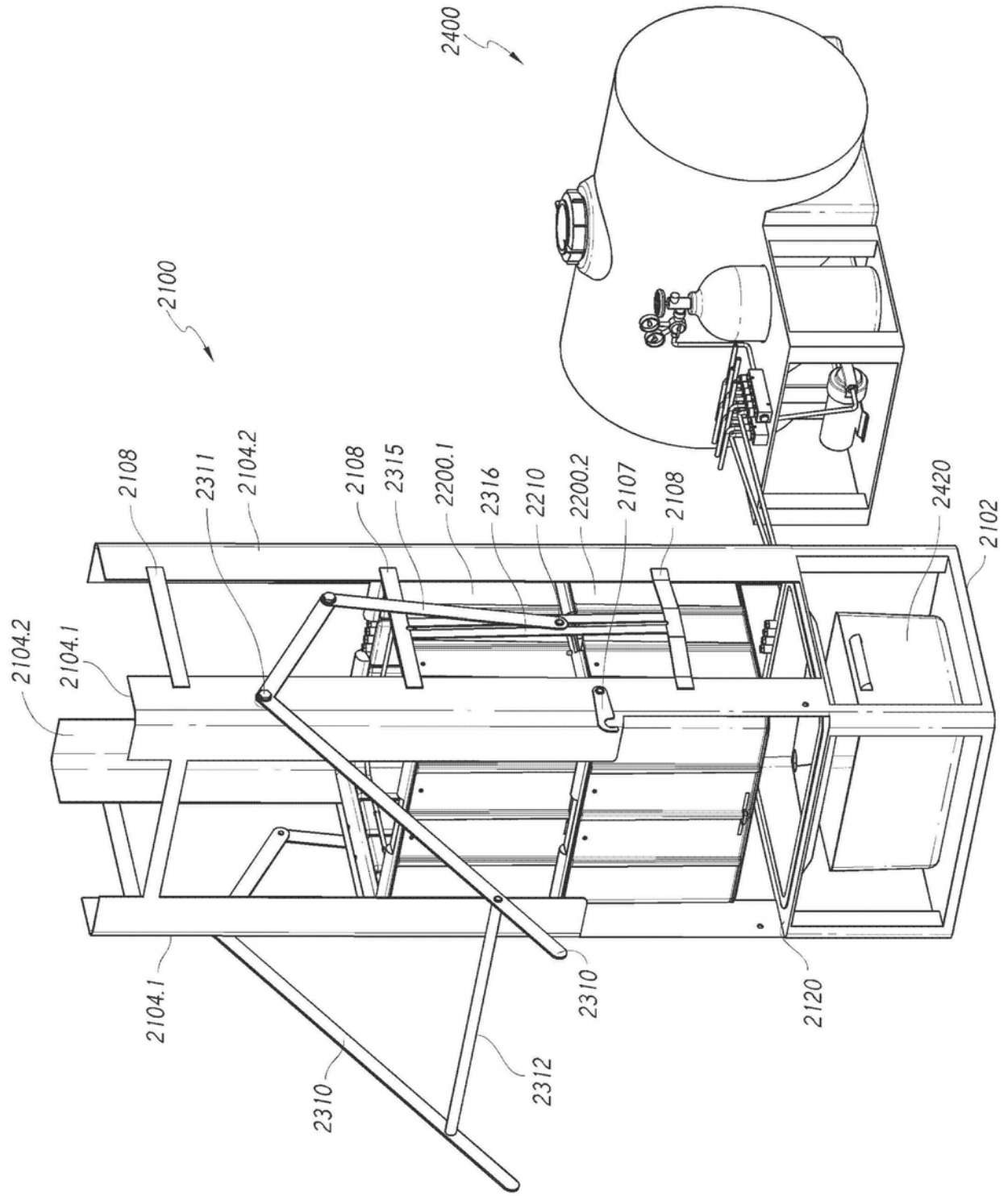

2400
2100
2108
2311
2104.2
2108
2315
2200.1
2316
2210
2200.2
2107
2108
2420
2102
2104.2
2104.1
2104.1
2310
2120
2310
2312

图39

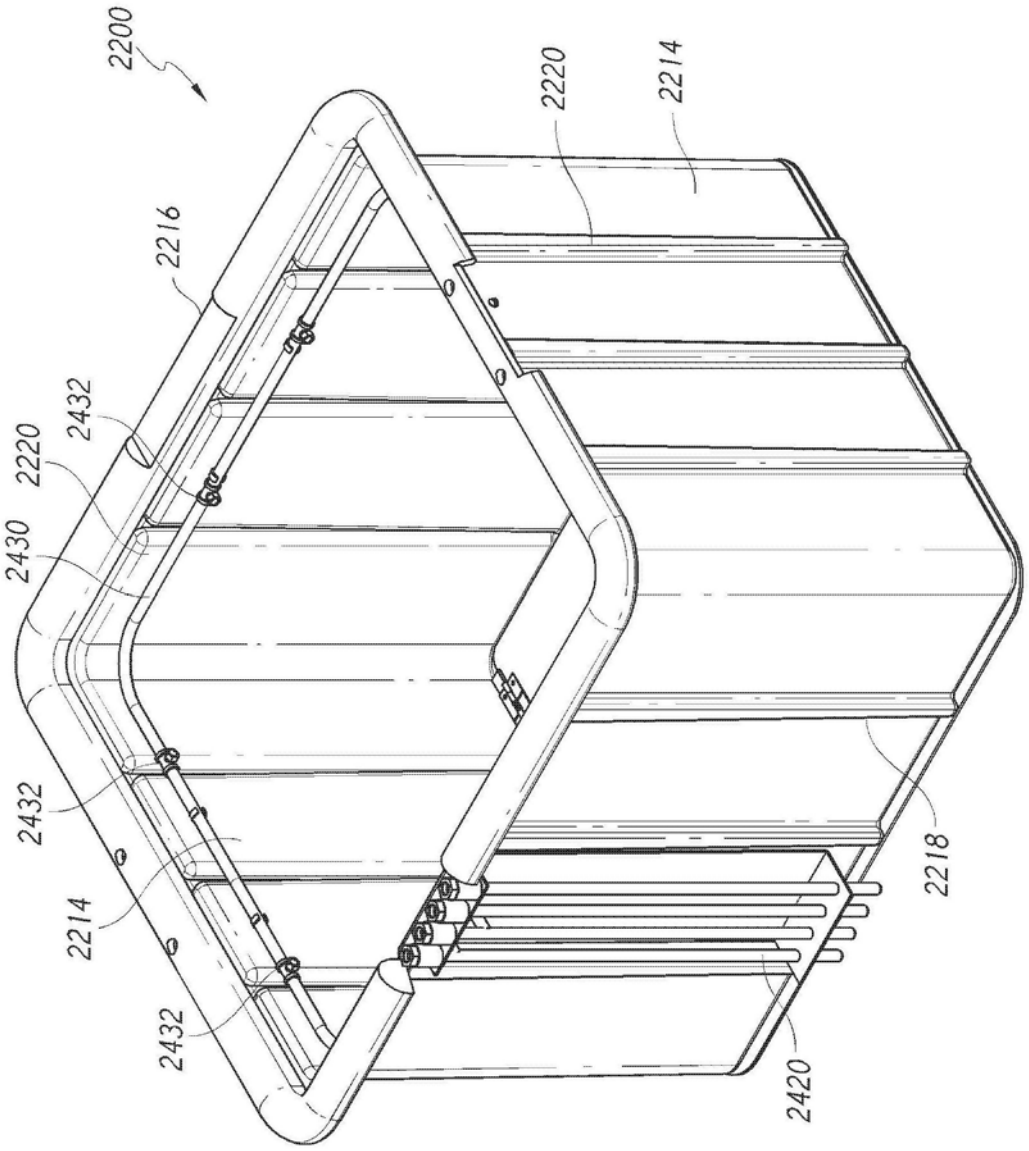



图40

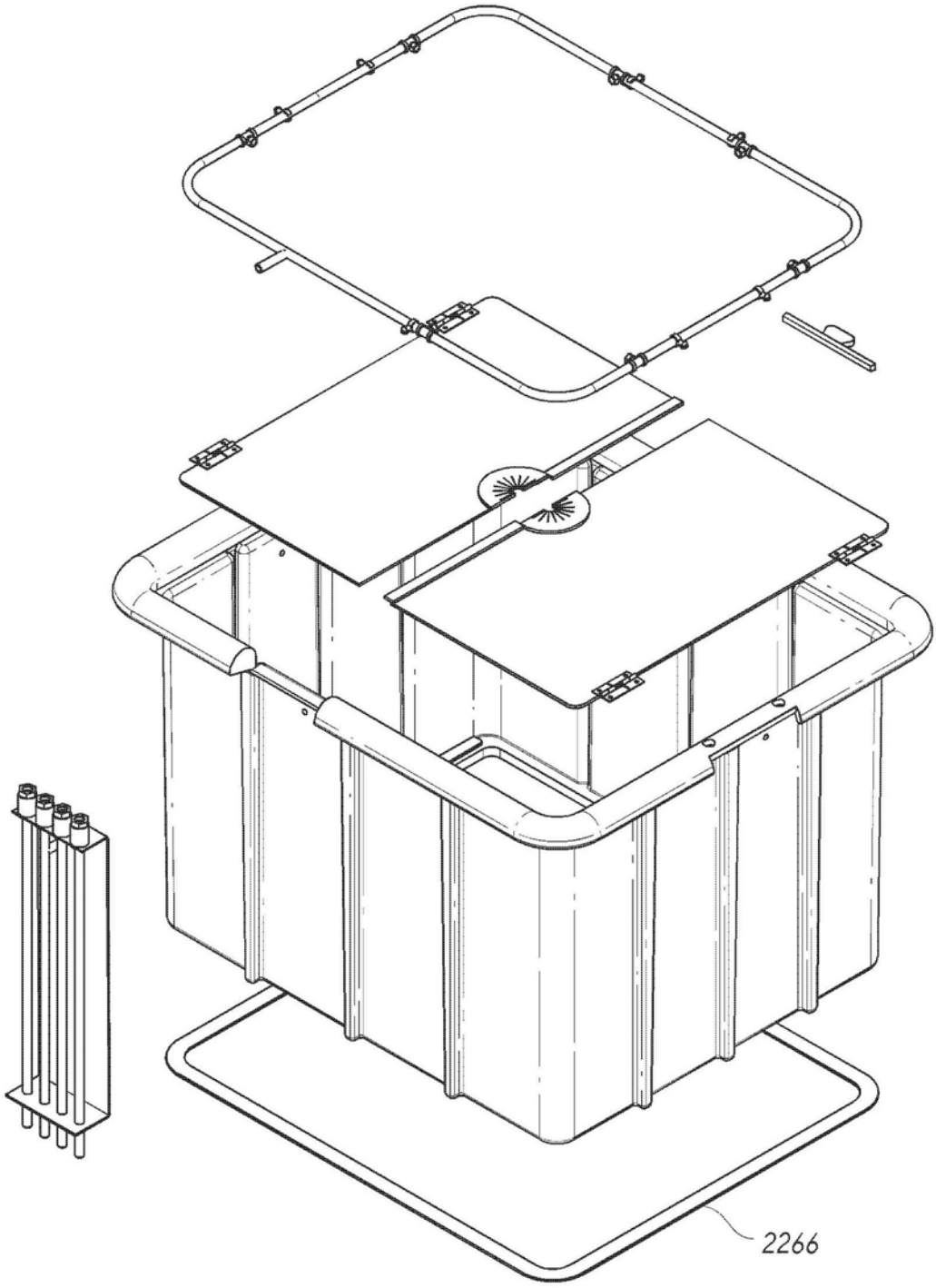



图41

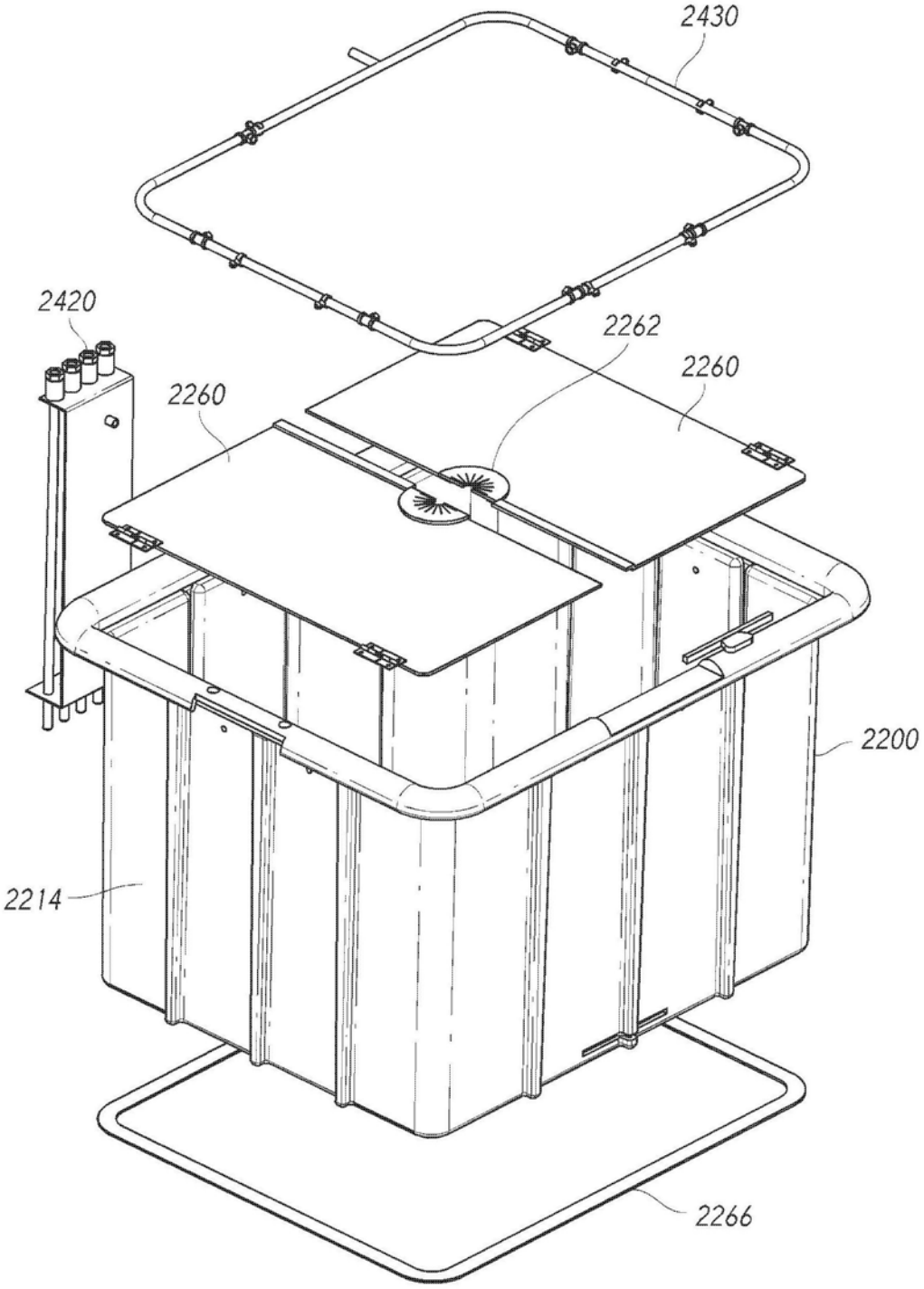



图42

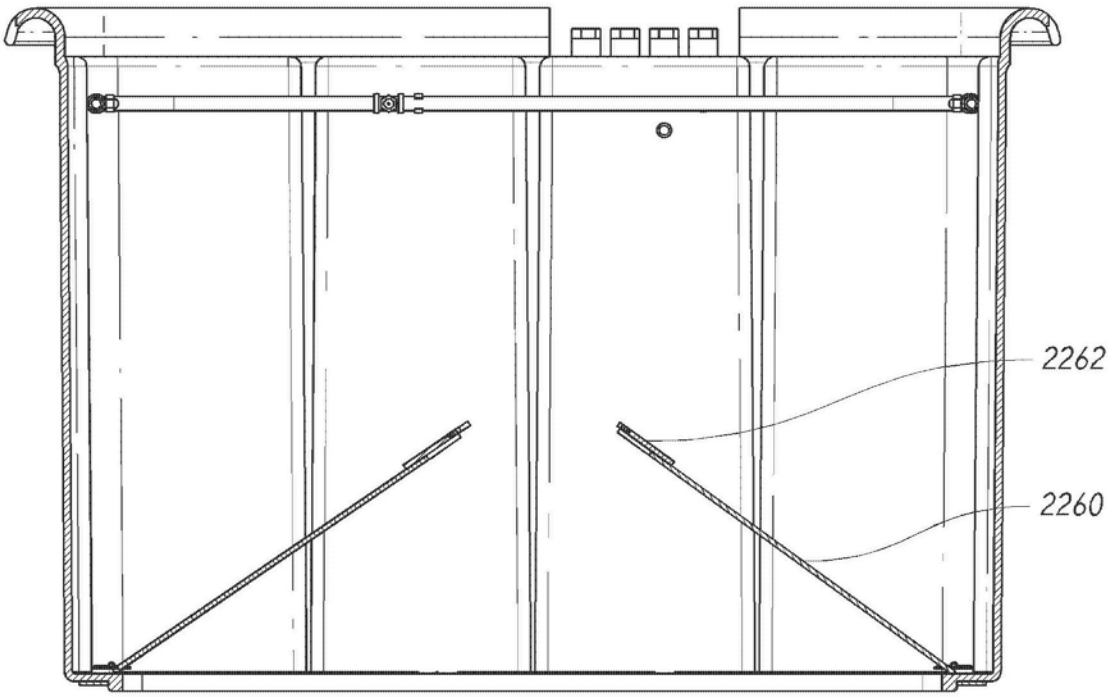



图43

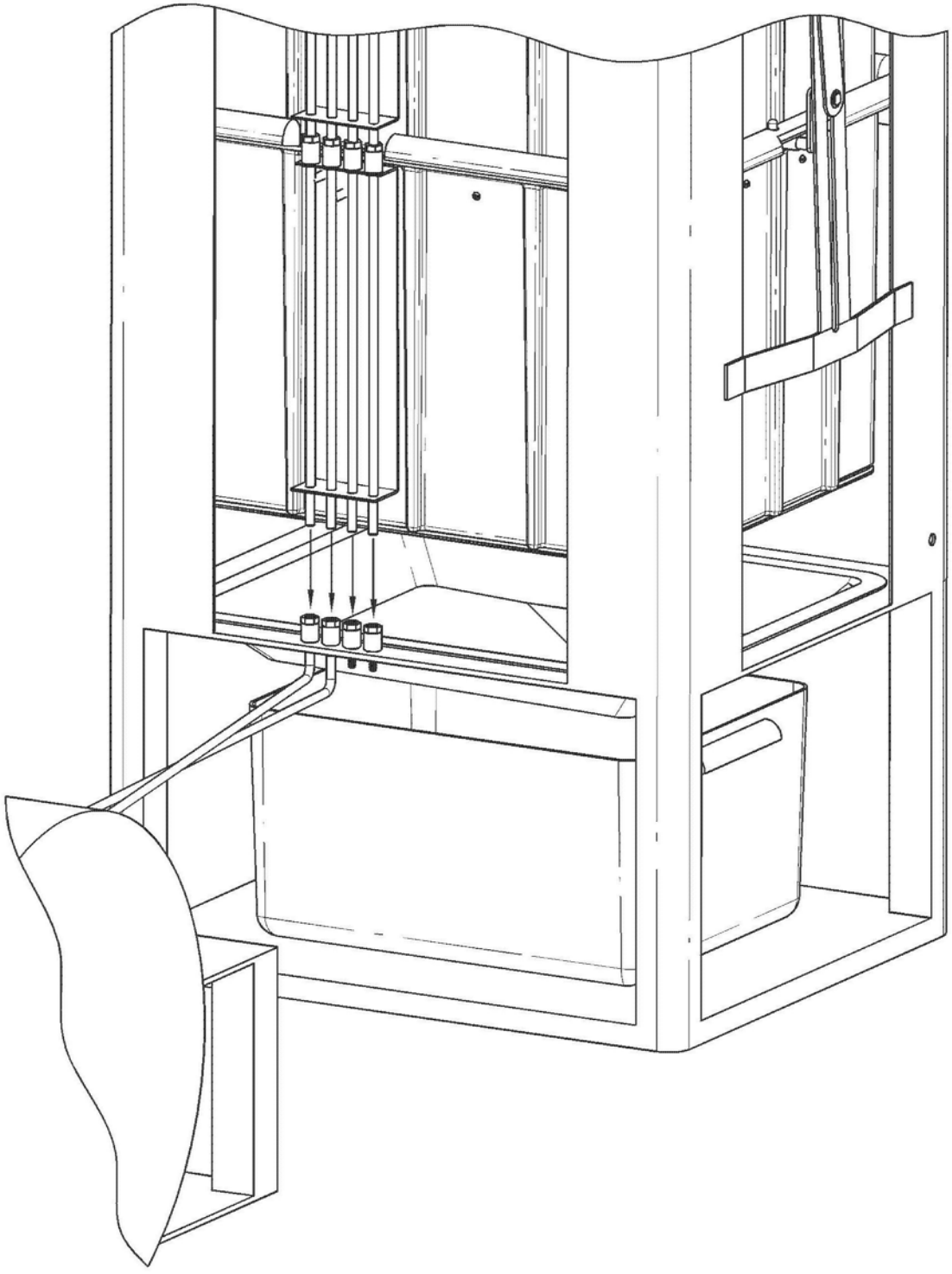


图44