



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108025447 B

(45)授权公告日 2020.04.10

(21)申请号 201680052275.7

(72)发明人 D·B·沃克 A·J·奈耳

(22)申请日 2016.08.09

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108025447 A

代理人 王小东

(43)申请公布日 2018.05.11

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

B26D 1/02(2006.01)

62/217,519 2015.09.11 US

B26D 1/28(2006.01)

14/937,271 2015.11.10 US

B26D 3/11(2006.01)

B26D 7/06(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B26D 1/00(2006.01)

2018.03.09

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

US 2007/0215736 A1,2007.09.20,

PCT/US2016/046183 2016.08.09

CN 104010780 A,2014.08.27,

(87)PCT国际申请的公布数据

DE 69212224 T2,1997.02.20,

W02017/044231 EN 2017.03.16

DE 3934143 A1,1991.04.18,

(73)专利权人 J.R.辛普劳公司

审查员 戴晓兰

地址 美国爱达荷州

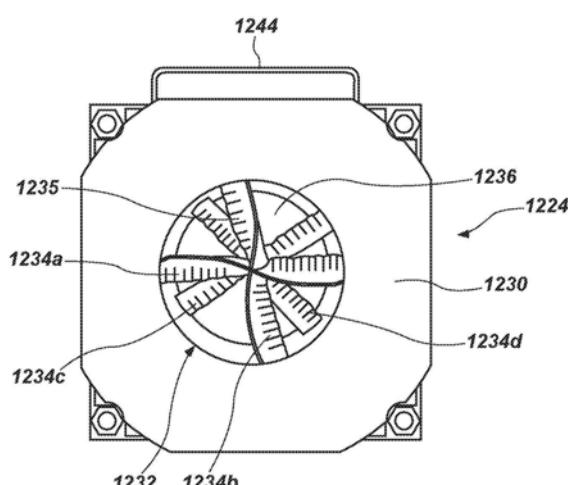
权利要求书3页 说明书9页 附图10页

(54)发明名称

流动推进式旋转刀

(57)摘要

一种流动推进式旋转刀系统包括：壳体(326)，其具有出口端(330,1230)；能旋转的刀片保持器(332,1232)，其设置在所述出口端(330,1230)；以及至少一个刀片(334,700)，其具有扭曲形状并且跨所述刀片保持器(332,1232)的中央孔(336,1236)沿直径延伸。沿着流体流动路径在流动方向(348)上朝向出口被推进的物体被旋转的刀片(334,700)螺旋切割。一种用于切割蔬菜产品的系统包括：水刀系统，该水刀系统包括用于在水流中输送蔬菜产品的水导管(12)；以及切割单元(22)，该切割单元沿着所述水导管(12)设置。一种切割物体的螺旋条块的方法包括：提供水流；将物体引入到水流中以被具有扭曲的推进器形状的刀的能旋转的刀片切割。



1. 一种流动推进式旋转刀系统,该流动推进式旋转刀系统包括:

壳体,该壳体具有出口端和限定流体通道的壁;

设置在所述出口端的刀片保持器,该刀片保持器具有与所述流体通道大体对准的中央孔并且被配置成围绕穿过所述中央孔的旋转轴线进行旋转;

设置在所述壳体的所述出口端的承载件,所述承载件具有圆形承载结构,所述圆形承载结构适于旋转地支撑所述刀片保持器的外部以便围绕所述旋转轴线进行旋转;以及

跨所述刀片保持器的所述中央孔沿直径延伸的至少一个刀片,所述至少一个刀片被附接至所述刀片保持器,所述至少一个刀片具有扭曲形状,所述扭曲形状被选定为在所述至少一个刀片被沿流动方向流过所述流体通道和所述中央孔的流体接触时旋转地推进所述至少一个刀片和所述刀片保持器以围绕所述旋转轴线旋转,由此在所述流动方向上沿着所述流体通道朝向所述出口端推进的物体被旋转的所述至少一个刀片螺旋切割。

2. 根据权利要求1所述的流动推进式旋转刀系统,其中,所述刀片保持器的所述中央孔和所述壳体的所述流体通道具有大体一样的尺寸。

3. 根据权利要求2所述的流动推进式旋转刀系统,其中,所述刀片保持器的所述中央孔和所述流体通道具有2英寸至3英寸的直径。

4. 根据权利要求1所述的流动推进式旋转刀系统,其中,所述至少一个刀片在其一侧具有锋利的切削刃,并且所述至少一个刀片大体在其中心线处扭曲以限定大体在相反面向的周向方向上呈现的一对切削刃。

5. 根据权利要求4所述的流动推进式旋转刀系统,其中,所述至少一个刀片的相反端部以由以下公式定义的螺旋角固定于所述刀片保持器的直径相对部分:螺旋角=Arc Tan (2x  $\pi$  x R/P),其中,R是距所述刀片保持器的所述中央孔的中心的径向距离,而P是所述物体在所述至少一个刀片的一整周旋转期间行进的距离。

6. 根据权利要求1所述的流动推进式旋转刀系统,其中,所述至少一个刀片包括跨所述刀片保持器的所述中央孔沿直径延伸的至少两个刀片,所述至少两个刀片中的每个刀片均相对于所述旋转轴线而言在纵向上顺序的位置附接于所述刀片保持器,并且相对于所述刀片保持器的旋转运动而言关于彼此以一角度偏移进行取向。

7. 根据权利要求6所述的流动推进式旋转刀系统,其中,所述角度偏移是150°、120°和105°中的一者。

8. 根据权利要求1所述的流动推进式旋转刀系统,其中,所述至少一个刀片具有波纹状切削刃。

9. 根据权利要求1所述的流动推进式旋转刀系统,其中,所述壳体、所述刀片保持器和所述至少一个刀片是一体单元,所述一体单元被配置成选择性地安装在水刀系统的切割单元中。

10. 一种切割蔬菜产品的系统,该系统包括:

水刀系统,该水刀系统包括水导管,所述水导管被配置用于使用从中流过的水流在流动方向上以产品速度来输送蔬菜产品;

切割单元,该切割单元沿着所述水导管设置;以及

流动推进式旋转刀具,该流动推进式旋转刀具设置在所述切割单元中并且联接于所述水导管,所述流动推进式旋转刀具包括:

壳体，该壳体具有入口端、出口端和限定中央通道的壁，所述入口端与所述水导管流体连通并且所述中央通道具有流体流动轴线；

设置在所述壳体的所述出口端的刀片保持器，该刀片保持器具有带有中央孔的环，所述中央孔与所述中央通道和所述流体流动轴线大体对准，所述环能围绕所述流体流动轴线旋转；

设置在所述壳体的所述出口端的承载件，所述承载件具有圆形承载结构，所述圆形承载结构适于旋转地支撑所述刀片保持器的外部以便围绕所述流体流动轴线进行旋转；以及

跨所述环的所述中央孔沿直径延伸的至少一个刀片，所述至少一个刀片被附接至所述环，所述至少一个刀片具有扭曲形状，所述扭曲形状被选定为在被沿流动方向流过所述中央通道和所述中央孔的流体接触时旋转地推进所述环以围绕所述流体流动轴线旋转，由此沿着所述中央通道朝向所述出口端推进的物体能被旋转的所述至少一个刀片螺旋切割。

11. 根据权利要求10所述的切割蔬菜产品的系统，其中，所述流动推进式旋转刀具能选择性地从所述切割单元移除。

12. 根据权利要求10所述的切割蔬菜产品的系统，其中，所述至少一个刀片在其一侧具有锋利的切削刃，并且所述至少一个刀片大体在其中心线处扭曲以限定大体在相反面向的周向方向上呈现的一对切削刃，并且所述至少一个刀片的相反端部以由以下公式定义的螺旋角固定于所述环的直径相对部分：螺旋角 =  $\text{Arc Tan}(2x\pi x R/P)$ ，其中，R是距所述环的所述中央孔的中心的径向距离，而P是蔬菜产品在所述至少一个刀片的一整周旋转期间行进的距离。

13. 根据权利要求10所述的切割蔬菜产品的系统，其中，所述至少一个刀片包括跨所述环的所述中央孔沿直径延伸的至少两个刀片，所述至少两个刀片中的每个刀片均相对于所述流体流动轴线而言在纵向上顺序的位置附接于所述环，并且相对于所述环的旋转运动而言关于彼此以一角度偏移进行取向。

14. 根据权利要求10所述的切割蔬菜产品的系统，其中，所述至少一个刀片具有波纹状切削刃。

15. 一种切割物体的螺旋条块的方法，该方法包括以下步骤：

提供在流动方向上流过水刀系统的水流，所述水刀系统具有刀具，所述刀具具有沿着轴线取向的流动通道；

致使所述水流撞击到所述刀具的能旋转刀片上，所述刀片跨所述流动通道沿直径延伸并且具有扭曲的推进器状形状，所述刀片在其一侧具有锋利的切削刃并且大体在其中心线处扭曲，以限定大体在相反面向的周向方向上呈现的一对切削刃，所述水流致使所述刀片围绕所述轴线旋转；以及

在所述刀具的上游将物体引入到所述水刀系统中，由此，所述物体在所述流动方向上被朝向所述刀具推进，旋转的所述刀片在所述物体经过所述刀具时以螺旋方式切割所述物体。

16. 根据权利要求15所述的方法，其中，所述水刀系统包括多个分立的流动通道，每个流动通道都具有相应的刀具，每个刀具都具有被所述水流旋转地推进的能旋转刀片，每个流动通道和刀具都具有统一的内部尺寸，并且所述方法还包括以下步骤：

基于尺寸将多个物体分立成组；以及

根据相应尺寸,将所述多个物体各自引入所述水刀系统的所选择的流动通道中,由此,所述物体在所述流动方向上被朝向相应的刀具推进,所述相应的刀具的旋转的所述刀片在所述物体经过该刀片时以螺旋方式切割所述物体。

17. 根据权利要求15所述的方法,其中,致使所述水流撞击到所述能旋转刀片上的步骤包括:致使所述水流撞击到所述刀具的至少两个刀片上,所述至少两个刀片都跨所述流动通道沿直径延伸并且具有扭曲的推进器状形状,所述刀片在其一侧具有锋利的切削刃并且大体在其中线处扭曲,以限定大体在相反面向的周向方向上呈现的一对切削刃,所述至少两个刀片相对于所述流动方向和所述轴线而言在纵向上顺序的位置附接于刀片保持器,并且相对于彼此以一角度偏移进行取向。

18. 根据权利要求15所述的方法,其中,将所述物体引入到所述水刀系统中的步骤包括:将马铃薯引入到所述水刀系统的水导管中。

19. 根据权利要求15所述的方法,所述方法还包括:在所述刀片的所述切削刃上设置波纹,由此所述刀片在所述物体中切割出脊状表面。

## 流动推进式旋转刀

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2015年9月11日提交的名称为“Flow-Propelled Rotary Knife”的美国临时专利申请序列号62/217,519的权益，该专利申请的内容的全部内容以引用方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本申请总体上涉及用于切割诸如蔬菜的产品的系统和方法。更特别地，本公开涉及使用旋转刀具同时将整个产品切割成螺旋扭曲条块的装置和方法，在水刀系统中，通过水流旋转推进旋转刀具。

### 背景技术

[0004] 水刀切割系统和相关的刀具可用于将诸如生马铃薯的蔬菜产品切割成螺旋形或螺旋状条块，为诸如热烫和煎炸的进一步生产加工步骤做好准备。已知的与水刀系统一起使用并且可将蔬菜产品或其他物体切割成螺旋状条块的旋转刀具涉及电力驱动的旋转切割头。它们还包括用于在水刀系统中抽吸流体的泵等。这些系统因此包括同时操作并且消耗大量电力的多个电力驱动的装置。它们也会因维修和维护目的而变得复杂。

[0005] 本申请是针对以上提到的问题中的一个或更多个而作出的。

### 发明内容

[0006] 已经认识到，将有利的是，开发一种水刀切割系统，该系统可将产品切割成螺旋扭曲条块，并且在设计和配置上比其他旋转切割系统更简单。

[0007] 还已经认识到，将有利的是，开发一种水刀切割系统，该系统包括更少的电力驱动部件并且可将产品切割成螺旋扭曲条块。

[0008] 根据本申请的一方面，本申请提供了一种流动推进式旋转刀具系统，该流动推进式旋转刀具系统包括：壳体，其具有出口端和限定流体通道的壁；能旋转的刀片保持器，其设置在所述出口端并且具有与所述流体通道大体对准的中央孔；以及至少一个刀片，其跨所述刀片保持器的所述中央孔沿直径延伸。所述刀片保持器被配置成围绕穿过所述中央孔的旋转轴线旋转，并且所述至少一个刀片具有扭曲形状，所述扭曲形状被选定为旋转地推进所述刀片和所述刀片保持器，以在所述刀片被沿流动方向流过所述流体通道和所述中央孔的流体接触时围绕所述旋转轴线旋转。在所述流动方向上沿着所述流体流动路径朝向所述出口推进的物体被旋转的所述刀片螺旋切割。

[0009] 根据本申请的另一方面，本申请提供了一种切割蔬菜产品的系统，该系统包括：水刀系统，其具有水导管，所述水导管被配置用于使用从中流过的水流在流动方向上以产品速度来运输蔬菜产品；刀具，其沿着所述水导管设置；以及流动推进式旋转刀单元，其设置在所述刀具中并且与所述水导管联接。所述旋转刀单元包括：壳体，其具有入口端、出口端；刀片保持器，其设置在所述壳体的出口端；以及至少一个刀片，其跨所述壳体的所述中央孔沿

直径延伸，所述刀片具有扭曲形状，所述扭曲形状被选定为旋转地推进所述环，以在被沿流动方向流过所述中央通道和所述中央孔的流体接触时围绕所述流体流动轴线旋转。所述壳体包括限定具有流体流动轴线的中央通道的壁，并且所述入口端与所述水导管流体连通。所述刀片保持器包括带有中央孔的环，所述中央孔与所述中央通道和所述流体流动轴线大体对准，所述环能围绕所述流体流动轴线旋转。沿着流体流动路径朝向所述出口推进的物体可被旋转的刀片螺旋切割。

[0010] 根据本申请的又一方面，本申请提供了一种用于切割物体的螺旋条块的方法。该方法包括以下步骤：提供在流动方向上流过水刀系统的水流，所述水刀系统具有刀具，所述刀具具有沿着轴线取向的流动通道；致使所述水流撞击到所述刀具的能旋转的刀片上，所述水流致使所述刀片围绕所述轴线旋转，并且在所述刀具的上游将物体引入到水刀系统中。所述刀片跨所述流动通道沿直径延伸并且具有扭曲的推进器状形状，所述刀片在其一侧具有锋利的切削刃。另外，刀片大体在其中线处扭曲，以限定大体在相反面向的周向上呈现的一对切削刃，使得当物体被在流动方向上朝向刀具推进时，旋转的刀片在物体穿过刀具时以螺旋方式切割物体。

#### 附图说明

[0011] 图1是可利用根据本公开构造的流动推进式旋转刀具的液压切割系统的实施方式的示意图。

[0012] 图2是描绘可利用根据本公开的流动推进式旋转刀具的液压切割系统的另一个实施方式的示意图。

[0013] 图3是根据本公开的单刀片流动推进式旋转刀具的一个实施方式的正面立体图。

[0014] 图4是图3的流动推进式旋转刀具的侧面立体图。

[0015] 图5A至图5D是如同图3和图4的流动推进式旋转刀具一样的流动推进式旋转刀具的顺序侧面剖视图，示出了当刀具因穿过其中的流体而旋转时，马铃薯通过刀具。

[0016] 图6是可使用如同图3和图4的单刀片流动推进式旋转刀具一样的单刀片流动推进式旋转刀具制作的螺旋切割马铃薯条块的立体图。

[0017] 图7是根据本公开的被配置用于流动推进式旋转刀具的扭曲刀具的立体图。

[0018] 图8是可用于根据本公开的流动推进式旋转刀具的2刀片型刀片保持器/转子的实施方式的立体图。

[0019] 图9是可用于支撑根据本公开的流动推进式旋转刀具的刀片型保持器/转子的转子承载件的实施方式的立体图。

[0020] 图10是安装到图9的转子承载件中的图8的刀片保持器/转子的立体图。

[0021] 图11是可使用根据本公开的2刀片型流动推进式旋转刀具制作的螺旋切割马铃薯条块的立体图。

[0022] 图12是可用于根据本公开的流动推进式旋转刀具的4刀片型刀片保持器/转子的实施方式的正视图。

[0023] 图13是配置用于支撑四个刀片的旋转刀片保持环的正视图。

[0024] 图14是具有4刀片型推进式旋转刀具的旋转刀具的实施方式的正视图。

[0025] 图15是图14的旋转刀具的后视图，示出了流体通道的入口。

[0026] 图16是可使用如同图12至图15中示出的的4刀片型流动推进式旋转刀具和组件那样的4刀片型流动推进式旋转刀具和组件制作的螺旋切割马铃薯条块的立体图。

[0027] 虽然本发明经得起各种修改和替代形式,但是特定实施方式已经以举例方式在附图中示出并且在本文中进行详细描述。然而,应该理解,本公开不旨在限于所公开的特定形式。确切地,本发明旨在覆盖落入随附权利要求书限定的本发明的精神和范围内的所有修改形式、等形式和替代形式。

## 具体实施方式

[0028] 生产切割系统和相关的旋转刀具可用于将诸如生马铃薯的产品和其他蔬菜产品切割成螺旋形或螺旋状条块,为诸如热烫和煎炸的进一步生产加工步骤做好准备。可用于进行此切割的一种典型生产系统涉及液压切割系统,其中,所谓的水刀具是沿着细长管状导管的长度安装的。水刀系统是用于运输和切割诸如蔬菜产品(例如,马铃薯)的物体的液压系统。提供抽吸装置以将产品夹带在推进水流内,以便与水刀具的旋转刀片进行切割接合。产品单元被一次性以一定速率和足够的动能单排连续抽吸并通过水导管,从而携带蔬菜产品通过相对复杂的旋转刀具,该旋转刀具包括用于将产品切成多个较小的大体螺旋形或螺旋状的条块的至少一个旋转切割刀片。然后,进一步携带切好的条块通过排放导管,以便适当进行诸如烹饪、热烫、煎炸、冷冻、包装等后续处理。

[0029] 如上所述,已知的与水刀系统一起使用并且可将诸如生马铃薯的产品切割成螺旋状条块的旋转刀具总体上涉及电力驱动的旋转切割头。这些系统可包括多个电力驱动装置并且消耗大量的电力,因此包括许多部件并且具有显著的复杂程度。

[0030] 有利地,已经开发了一种流动推进式旋转刀具系统,该流动推进式旋转刀具系统使用水刀系统中的流体流动来旋转地推进旋转刀具,从而不再用到电力驱动的旋转切割头,简化了系统。根据本公开的流动推进式旋转刀具系统可被装入用于运输和控制待切割产品的各种系统中。

[0031] 图1中示出根据本发明的可装入流动推进式旋转刀具的一种类型的水刀系统。

[0032] 图1的水刀系统10包括水导管12,水导管12被配置用于使用在流动方上以产品速度通过其中的水流来运输蔬菜产品,如箭头13所指示的。该水刀系统10包括用于接收蔬菜产品(诸如,处于被剥皮或未剥皮状态的整个生马铃薯16)的供应的罐14等。另选地,这些马铃薯16可以是剥皮的或未剥皮的半个或整个马铃薯的条块。马铃薯16可以是相对小的马铃薯或马铃薯条块,其纵向长度为大约3至5英寸。无论实际的马铃薯尺寸如何,通常期望马铃薯具有通过刀具装配的直径尺寸(如下所述),但是不会相对于导管12的尺寸而言太小,使得它将在运输期间发生翻滚。

[0033] 如图1中所示,马铃薯16经由入口导管18被输送到泵20,泵20在推进水流或水槽内的流动方向上以单排关系以产品速度推进马铃薯通过管状输送导管12到达切割单元22,切割单元22沿着水导管12设置并且包括与水导管12流体连通的旋转刀具24。在这种类型的液压切割系统10中,马铃薯16可以以相对高的速率(诸如,大约25英尺每秒(fps)或大约1,500英尺每分钟(fpm)被推进通过输送导管12),以提供充足的动能,凭借该动能,每个马铃薯被推进通过刀具24,以产生(如下面更详细描述的)细长螺旋条块26。螺旋条块26通过短排放导管28前进到输送器30等,输送器30运输条块26以便进一步处理,诸如,漂白、干燥、糊状物

涂布、煎炸、冷冻等。脱水系统(图1中未示出)也可定位在排放导管28的端部处,以将切好的马铃薯条块26与水刀系统10的输送流体分离。

[0034] 除了图1中描绘的水刀切割系统之外,还可使用其他类型的用于运输和控制待切割产品的系统。在图2中示出用于将单排的蔬菜产品朝向水刀切割机运输的系统的另一个实施方式。有利地,图2的水刀系统同时采用多个切割单元210a至210c,这多个切割单元210a至210c按平行配置布置,用于切割诸如马铃薯的被运输产品。该系统总体上包括待切割产品的输入流200,在这种情况下,输入流200是马铃薯201。马铃薯201具有各种尺寸,并且首先被送入马铃薯分选机202中,马铃薯分选机202按尺寸将马铃薯201分离,并且选择性地将它们排放到多个运输导管204a至204c中的一个中,运输导管204a至204c提供了多个分立的流动通道。因此,该实施方式中的马铃薯分选机202作为待切割马铃薯的选择装置进行操作。它按尺寸将马铃薯分成几组,并且根据相应尺寸,将它们中的每个单元引入水刀系统的选定流动通道或导管204中。

[0035] 运输导管204中的每个通向泵罐206,泵罐206将马铃薯201储存在液压流体208(例如,水)中,以做好送入相应切割单元210中的准备。每个泵罐206连接于泵212,泵212将液压流体208随马铃薯201一起单排地抽吸到总体用210指示的特有切割单元。在如图2中所示的三机水刀系统中,马铃薯201被分类成小尺寸、中尺寸和大尺寸,并且通过相应流动通道204传送到三个切割单元210a至210c中的相应一个。以这种方式,待切割产品根据其相应尺寸被引入水刀系统的选定流动通道中。

[0036] 每个切割单元210包括旋转刀具224,旋转刀具224具有统一的内部尺寸的内部流动通道,并因此被配置成切割具有特定尺寸范围的产品。每个刀具224都是流动推进式旋转刀具,具有因流过刀具的水的流动而被旋转推进的刀片,如以下更详细讨论的。因为流体流过刀具,所以待切割产品在朝向相应刀具224的流动方向上单排地推进,并且相应刀具的旋转刀片在物体穿过其中时以螺旋方式切割物体。虽然图2中所示的系统包括三个切割单元210a至210c,但是也可使用其他数量的机器。

[0037] 图2的系统还包括连接系统,连接系统设置在蔬菜切割机器的下游,被配置成在切割之后收集蔬菜。具体地,在相应切割机器210的刀具224进行切割之后,马铃薯201进入通向脱水机216的公共收集槽214。本领域技术人员将获悉,食品收集系统经常收集传送带上、槽中或振动输送机上的产品。网带输送机、固定筛或振动输送机经常用于脱水。脱水机从马铃薯切块中分离液压流体(例如水),并且将切割好的脱水的马铃薯切块在一个流218中(例如,在传送带或链条上)排出,并且经由泵220将水返回到泵罐206,返回水线路222。虽然在图2中示出了公共收集槽214和单个脱水机216,但是将显而易见的是,每个切割单元210可另选地连接于单独的收集槽和脱水系统。

[0038] 有利地,在图1和图2的刀具系统中,刀具24、224可被从其相应的切割单元22、210中去除,使得可容易地去除用于清洁或更换的任何刀具,或者使得不同的刀具可在需要时被安装就位。

[0039] 图3中示出了根据本公开的单刀片流动推进式旋转刀具324的一个实施方式的正面立体图。图4提供了其侧面立体图,并且图5A至图5D提供了显示在图3和图4中不可见的一些内部结构的剖视图。旋转刀具324大体上包括壳体326,壳体326具有入口端328、出口端330、设置在出口端330处的刀片保持器/转子332和跨刀片保持器/转子332的中央孔336沿

直径延伸的至少一个刀片334。如在图5A至图5D中最清楚示出的，壳体326包括壁338，该壁限定具有流体流动轴线342的中央流体流动通道340。入口端328被配置成与水刀系统的水导管进行流体连通。有利地，流动推进式旋转刀具324可以是整体单元，其被配置用于选择性地安装在水刀系统的切割单元(图2中的210)中。流动推进式旋转刀具放置在其中的切割单元可包括可释放夹具机构(未示出)，可释放夹具机构允许单元324被快速安装在切割单元中或者被从切割单元去除。流动推进式旋转刀具324还可在其顶部包括手柄344，该手柄允许用户抓握刀具并且从切割单元取下刀具。

[0040] 刀具324包括至少一个可旋转切割刀片334，可旋转切割刀片334用于将产品切割成具有相同或相似尺寸和形状的螺旋状条块(图1中的26)。刀片334被附接在刀片保持器/转子332内，刀片保持器/转子332是具有中央孔336的环，中央孔336被配置成与壳体326的中央通道340和流体流动轴线342基本上对准。刀片保持器/转子332能围绕与流体流动轴线342基本上重合的轴旋转，并且刀片保持器/转子332的中央孔口336和壳体的流体通道340具有基本一致的尺寸。在一个实施方式中，刀片保持器/转子332的中央孔336和流体通道340各自具有约2.75”的直径。

[0041] 刀片334具有切削刃335和扭曲形状，该扭曲形状被选定为旋转地推进环332，以在箭头348所指示的流动方向上被流过中央通道340和中央孔336的流体接触时围绕流体流动轴线342旋转。有利地，由于刀片334被水刀系统中的水的流动旋转地推进，因此刀具不需要旋转驱动电机等。如本文中所述，刀片334的旋转有效地将经过的物体切割成螺旋形状的条块，如本文中描述的。下面，更详细地讨论刀片334的特定几何形状。

[0042] 在到达刀具324时，引入水刀系统中的马铃薯或其他物体在流动方向348上被水的流动朝向旋转刀片334推进通过中央通道340，旋转刀片334在物体穿过中央孔336时切割物体。在图5A至图5D中描绘了该过程，图5A至图5D提供了当刀具334在穿过其中的流体流动作用下旋转时在马铃薯346穿过其中期间的图3和图4中示出的流动推进式旋转刀具324的顺序侧面剖视图。如图5A中所示，随着马铃薯346接近刀片334，从而在箭头348的方向上移动，然后最初遇到刀片334，刀片334的旋转运动致使刀片的切削刃335开始切割出穿过马铃薯346的螺旋路径350。

[0043] 如图5B中所示，随着马铃薯346继续沿着箭头348的方向移动，刀片334继续切割出螺旋路径350。要理解，图5A至图5D中示出的切割路径350只示出了马铃薯346的一侧，因此只在任何给定时间示出刀片334的一部分进行的切割动作。由于刀片334正围绕刀具的轴线旋转，因此如箭头352所指示的，刀片334a的朝向图5A顶部的第一部分正向下朝向观察者移动，从而形成螺旋切割路径350，而刀片334b的朝向图5A底部的第二部分正向上移动，离开观察者，到达马铃薯346的对侧。

[0044] 在图5B的视图中，刀具334和环332已经旋转，使得刀片334a的第一部分已经向下旋转，从而延伸螺旋切割路径350，而刀片334b的第二部分已经旋转直至马铃薯346的另一侧，从而切割螺旋切割路径的在视图中被隐藏的一部分。在图5C的视图中，刀具334已经旋转回到与图5A中相同的位置，其中，刀片334a的第一部分朝向马铃薯346的顶部并且向下朝向观察者移动，从而形成螺旋切割路径350的第二可视部分350a，而刀片334b的第二部分同样向上移动，背离马铃薯346的对侧。

[0045] 随着刀片334继续旋转，它转向图5D中示出的位置，该位置与图5B中的刀片位置相

同。此时,马铃薯346几乎被完全切割。刀片334a的第一部分再次朝向视图的底部向下旋转,使切割部350的第二可见部分350a延伸,而刀片334b的第二部分已经朝向马铃薯346的对侧朝向视图顶部向上旋转。当切割部350完成时,马铃薯346的分离的半部346a、346b将被推进到出口导管354中,使得随后可切割下一个其他马铃薯346’(或其他物体/蔬菜)。

[0046] 图3至图5D中示出的旋转刀具的单个刀片334将诸如马铃薯的物体切割成两个螺旋形的条块,并且这些条块能大体看起来像图6中示出的螺旋切割得到的马铃薯条块600一样。该图示出具有弯曲的切割表面602的未剥皮马铃薯的螺旋条块600和剩余的被剥皮的外表面604。在给定单个刀片334具有光滑切削刃335的情况下,螺旋切割马铃薯条块600具有光滑的切割表面602。

[0047] 图5A至图5D的例示示出了在马铃薯346的长度穿过期间经历大致一周半旋转的流动推进式旋转刀具刀片334。然而,这不被解释为指示旋转刀具相对于马铃薯346的线性速度所需的旋转速度。流动推进式旋转刀具的旋转速度取决于刀具刀片334的形状和流体的流动速度,并且可在大范围的值内选择这些变量。

[0048] 图7中示出根据本公开的被配置用于流动推进式旋转刀具的扭曲刀具700的立体图。刀片700具有扭曲推进器状的形状,该形状被选定为旋转地推进刀片/环单元,以在被在流动方向上流动通过中央通道(图5A至图5D中的340)和中央孔(图5A至图5D中的336)的流体接触时,围绕流体流动轴线(图5A至图5D中的342)旋转。刀片700沿着一侧具有锋利的切削刃702,并且大体在与液压流动路径的纵向中心线或轴线对应的径向中心704处扭曲。两个切削刃702在径向上沿相反方向向外并且在相反面向的周向方向上延伸。

[0049] 图8中示出了与对应的刀片保持器/转子环706附接的这种刀片700的立体图。为了将刀片700安装在刀片保持器/转子环706上,刀片700的相对端部708a、708b被以限定的螺旋角固定于刀片保持器/转子环706的直径相对部分。通过切割刀片700的相应相反端部708a、708b来固定夹具螺杆710或其他附接装置,以将切割刀片700以适宜的螺旋角 $\alpha$ 安装在刀片保持器/转子环706中形成的相应浅凹陷712内。当水流撞击到可旋转刀片700上时,其自然旋转的扭曲形状将刀片和刀片保持器/转子环706作为一个单元来推进。

[0050] 刀片700的螺旋角 $\alpha$ 确定其相对于水刀系统中的流水速度的旋转速度,并且还确定螺旋切割的长度。可用以下公式给出切割刀片700沿着其径向长度的每个特定点处的特定螺旋角 $\alpha$ :

$$\alpha = \text{Arc Tan} (2x\pi x R/P) \quad [1]$$

[0052] 其中,R是距刀片保持器/转子706的中央孔714的中心的径向距离,并且P是所期望的螺距长度,也就是说,单次螺旋切割的长度(即,待切割产品的行进长度,在行进期间,刀片转动一整周)。作为一个示例,对于2英寸的总刀片半径和大约3英寸的螺距长度(这是小马铃薯的一般长度),夹具螺杆31将每个切割刀片700的最外径向端部708a、708b以大约76.6°的螺旋角 $\alpha$ 固定于轴向刀片中心线。然而,应该理解,特定螺旋角 $\alpha$ 是如以上等式[1]中定义的半径的函数。如图7和图8中可看出,刀片的螺旋角 $\alpha$ 从环706的径向中心起增大,并且这是确定切割产品的螺旋形状的该螺旋角。

[0053] 如上所述,图3至图5D中的切割刀片334具有平滑的切削刃335,并且产生具有平滑切割表面的螺旋条块,如图6中的螺旋条块600所示的。然而,可使用刀片的其他配置。例如,如图7中所示,刀片700可以设置有波纹状或卷边的切削刃702。该切削刃702在条块上形成

脊形或卷边的表面,诸如在图11和图16中示出的示例性螺旋条块1100和1600中示出的。出于功能和美观二者的原因,这会是非常可取的。例如,卷边的表面可让面糊或佐料在后续加工期间更好地粘附。卷边的表面也可被认为提供了美观的外观。波纹状或卷边的刀片构造可应用于本文中描绘的刀具刀片实施方式中的任一个,并且可针对各种刀具刀片使用不同尺寸的波纹或卷边的配置。

[0054] 在图3至图5D中示出的配置中,单个切割刀片334将每个进入的产品346切割成具有相似尺寸和形状的两个分离的、大体螺旋形的条块346a、346b。如果期望每个产品单元有更多的螺旋形条块,则可使用带有不止一个切割刀片的刀片保持器/转子。图8的示图示出可用于根据本公开的流动推进式旋转刀具的2刀片型刀片保持器/转子706。如图8中所示,两个切割刀片700a、700b由单个刀片保持器/转子环706支撑,并且被夹具螺杆710附接。在用于将刀片700紧固于刀片保持器/转子环706的夹具螺杆710的适当位置处,在刀片保持器/转子环706中形成角形凹陷712和对准的螺旋塞口(图8中不可见)。如以上讨论的,两个切割刀片700a、700b大体彼此相同,并且大致在其纵向中心轴线处扭曲,并且在相反方向上向外径向延伸,从而以所选定的螺旋角安置接合在凹陷中,如以上讨论的。

[0055] 本领域的技术人员将认识到,每个切割刀片700将把进入的产品切割成两个条块。因此,给定的旋转刀具将产生数量是所使用刀片数量两倍的多个螺旋形条块。例如,单个刀片系统将把产品切割成两个条块;双刀片系统将把产品切割成四个条块;三刀片系统将把产品切割成六个条块;并且四刀片系统将把产品切割成八个条块,以此类推。事实上,可使用任何数量的切割刀片来将产品细分成基本上相似尺寸和形状的多个螺旋形条块。图11中示出螺旋切割的马铃薯条块1100,可使用如同图8中示出的刀具一样的具有刀片保持器/转子环706的2刀片流动推进式旋转刀具来制作螺旋切割的马铃薯条块1100。

[0056] 在将多个刀片与单个刀片保持器/转子环一起使用的情况下,多个刀片中的每个都纵向连续地定位,也就是说,相对于流体流动轴线而言在纵向上顺序的位置处附接于刀片保持器/转子。图8中指示了刀片的纵向间距S。可选择纵向间距S,以允许具有足够机械强度的刀片的空间,而不需要将刀片切割并互锁或者将它们一起焊接在其相交处。在多刀片刀具中,相对于刀片保持器/转子的旋转运动,刀片关于彼此以一角度偏移进行取向。偏移角度是关于刀片保持器/转子的旋转的受控制角度,并且可被选择,以便获得相似的或实际上相同的切割螺旋状条块。下面,相对于图13更详细地讨论该特征。

[0057] 回头参考图5A至图5D,刀片保持器/转子环332被配置成安置在承载结构360中,承载结构360设置在流动推进式旋转刀具324的壳体326的出口端330处。图9中示出可用于以这种方式支撑刀片保持器/转子的转子承载壳体900的实施方式的立体图。图10提供了安装到图9的转子承载壳体900中的图8的刀片保持器/转子706的立体图。承载壳体900包括圆形承载表面902,圆形承载表面902适于旋转地支撑刀片保持器/转子环(图8中的706)的外表面(图8中的718),以围绕旋转轴线(图5A至图5D中的342)进行旋转。图8、图9和图10例示了简单的承载布置,在该布置中,承载壳体900的内部承载表面902被配置为塑料衬套,转子706的平滑外表面(图8中的718)在塑料衬套上滑动。该布置供应了耐腐蚀性,成本低、方便卫生并且可在没有润滑剂的情况下进行操作。还可替代地使用辊或滚珠轴承的组合,但是这些选择有可能涉及较高的成本、较大的维修需要和更困难的清洁过程。

[0058] 多种材料可用于本文中公开的流动推进式旋转刀具的各种组件。刀片保持器/转

子(图3至图5D中的332)、刀片(图3至图5D中的334)和紧固器(例如,图8中的夹具螺杆710和图12中的螺杆1260)可以是具有一定强度并且耐腐蚀的不锈钢。刀具壳体(图3至图5D中的326)和承载件壳体(图9、图10中的900)可以是食品级塑料。超高分子量(UHMW)聚乙烯由于其高强度和低摩擦而被用于原型壳体。据信,诸如尼龙(Nylon)、Ertalyte和Teflon(特氟龙)的其他材料也可适用于这些部件。

[0059] 图12至图15中示出了多刀片流动推进式旋转刀具的另一个示例性替代实施方式。在该实施方式中,四个切割刀片1234a至1234d由转子1232进行支撑,转子1232包括一对叠堆的刀片保持器/转子环1206a、1206b,刀片保持器/转子环1206a、1206b各自如同图8中示出的刀片保持器/转子环706一样。该转子1232将把每个进入的产品切割成总共八个螺旋形条块。图12中提供了4刀片转子1232的正视图,图13提供了叠堆的旋转刀片保持器/转子环1206的正视图。转子包括四个刀片1234a至1234d,叠堆中的每个环1206都包括总体用1212指示的四个刀片凹陷,其两个相应刀片的每端有一个。因此,叠堆的刀片保持器/转子环1206提供总共八个凹陷1212a至1212h,并且每个凹陷都包括用于接纳图12中示出的刀片夹具螺杆1210的螺纹孔1256。在图14和图15中示出了具有四刀片转子1232的完整流动推进式旋转刀具1224的实施方式的正视图和后视图。这些视图示出了刀片1234a至1234d、刀片保持器/转子环1206的中央孔1236以及刀具1224的手柄1244。

[0060] 如上所述,在多刀片刀具中,相对于刀片保持器/转子的旋转运动,刀片关于彼此以一角度偏移进行取向。在图13中清楚示出该角度 $\theta$ 。偏移角度是为了获得相似的或实际上相同的切割螺旋状条块而能选择的受控制角度。例如,当两个切割刀片(例如,图8中的刀片700a、700b)以大约6000转/分钟(rpm)旋转时从而以大约25英尺/秒(fps)的速率沿着液压流动路径推进每个待切割产品时,两个切割刀片700都将进入的产品切割成两个条块,总共有四个相似或相同形状的螺旋形条块。在对于每个切割刀片旋转而言马铃薯行进的螺距长度大约为3英寸并且刀片具有大约0.5英寸的纵向间距S的情况下,用以下公式给出所支撑的切割刀片中的每个的分离角度 $\theta$ :

$$[0061] \quad \theta = [(T/P) \times 360^\circ] + (360^\circ / N) \quad [2]$$

[0062] 其中,T是每个刀片保持器/转子的轴向尺寸(即,上述的与S相同的纵向刀片-刀片间距),P是螺距长度并且N是待生产的切割条块的数量。在两个切割刀片700的情况下,其适于将每个进入的产品切割成四个大体相同的螺旋形条块(即,N=4),例如,角度 $\theta=150^\circ$ 。对于三个切割刀片700,其适于将每个进入的产品切割成六个大体相同的螺旋形条块(即,N=6),例如,角度 $\theta=120^\circ$ 。

[0063] 在图12至图15的示例中,遵循公式[2],以连续确定每个切割刀片的角度设置,以便形成相同或相似形状的多个螺旋形条块。在使用四个刀片1234的情况下,如图12和图14至图15中所示,角度 $\theta=105^\circ$ ,使得四个切割刀片1234a至1234d被以大约 $105^\circ$ 的角度偏移(即,连续角度) $\theta$ 设置,如图13中所示。在每种情况下,使用夹具螺杆1210将切割刀片1234中的每个以所选择的螺旋角 $\alpha$ 安置在形成在关联的刀片保持器/转子1232中的凹陷1212内。类似地,螺杆1260或类似物穿过叠堆的刀片保持器/转子1206中的对准端口(未示出)进行装配和固定,以将它们固定在一起,从而与承载组件(图9中的900)一起旋转。应该理解,可采用其他形式的刀片保持器/转子和相关的互连装置,诸如,在相应的刀片保持器/转子1206中形成包括相互接合的突片和槽的台阶,以确保切割刀片1234的所期望角位置及其同时的

旋转。

[0064] 在图16中提供了可使用如同图12至图15中示出的的4刀片流动推进式旋转刀具1224和组件那样的4刀片流动推进式旋转刀具1224和组件生产的螺旋切割马铃薯条块1600的立体图。在图15中,示出了刀具1224的入口端1228和流体通道1240,并且图14示出了刀具1224的出口端1230。根据本文中的这些和其他视图,可看到,扭曲刀片1234的切削刃1235大体面向后面(即,朝向流体通道1240的入口端1228),并且处于相对于转子1232的旋转运动的刀片的前缘。该取向旨在使锋利的刀刃1235朝向接近产品的方向和转子1232的旋转方向二者,以提供所期望的螺旋节距。

[0065] 本领域的技术人员应该认识到,实际上可使用任何数量的切割刀片1234,其中,公式[2]依次确定了多个切割刀片的角度间距。例如,当使用五个切割刀片时,总共形成十个螺旋形状的条块。遵循公式[2],连续的切割刀片角度间距将是大约 $96^\circ$ 。类似地,当使用六个切割刀片时,总共形成十二个螺旋形条块;遵循公式[2],连续切割刀片角度间距将是大约 $90^\circ$ 。本领域的技术人员还将了解,当使用三个或更多个切割刀片时,刀片的顺序可变化。也就是说,公式[2]将刀片的角间距确定为一组,但是刀片中的每个只需要设置在角度位置中的一个处。只要该组中的刀片之一被设置成角度位置中的每个,就不需要以规则的滞后间隔来设置刀片。例如,在使用四个刀片的情况下,如以上讨论的,对于本文中使用的间距S,使用 $105^\circ$ 偏移角。在这种情况下,第一刀片通常被设置成 $0^\circ$ ,第二刀片滞后第一刀片 $105^\circ$ ,第三刀片滞后第一刀片 $210^\circ$ ,第四刀片滞后第一刀片 $315^\circ$ 。因此,刀片(依次)被设置成 $0^\circ$ 、 $105^\circ$ 、 $210^\circ$ 和 $315^\circ$ 。然而,如果这些刀片在进行这些偏移时的次序改变,则系统将同样可以很好地进行工作。例如,顺序可变成 $0^\circ$ 、 $210^\circ$ 、 $105^\circ$ 和 $315^\circ$ ,并且仍然以正确角度产生所期望的所有切割,以得到均匀的条块。另选地,顺序可变成 $0^\circ$ 、 $315^\circ$ 、 $210^\circ$ 和 $105^\circ$ 。只要该组中的刀片之一被设置成角度位置中的每个,任何顺序就将产生效果。

[0066] 还要理解,较大量刀片将产生更大的阻碍产品通过和切割的阻力。产品的通过还取决于刀片间距、中央通道中的流体流动的速度和压力、产品的硬度和产品相对于中央通道尺寸的尺寸,还有其他因素。本领域的技术人员将认识到,取决于这些和其他因素,在给定的流动推进式旋转刀具中可有效使用的刀片数量将存在上限。

[0067] 对于本领域的技术人员而言,对本发明的流动推进式旋转刀具的各种修改形式和改进形式将是显而易见的。例如,扭曲切割刀片中的每个可被一对个体刀片取代,这对个体刀片彼此径向对准并且具有公式[1]所限定的螺旋角度,但是在流动路径的轴向中线处不连接。作为其他替代形式,刀片可非直径对准,使得可使用奇数个未连接的刀片来生产奇数个产品切割物。其他替代形式也是可能的。

[0068] 尽管已经示出和描述了各种实施方式,但是本公开不限于此并且将被理解为包括对于本领域的技术人员而言将显而易见的所有这些修改形式和变形形式。

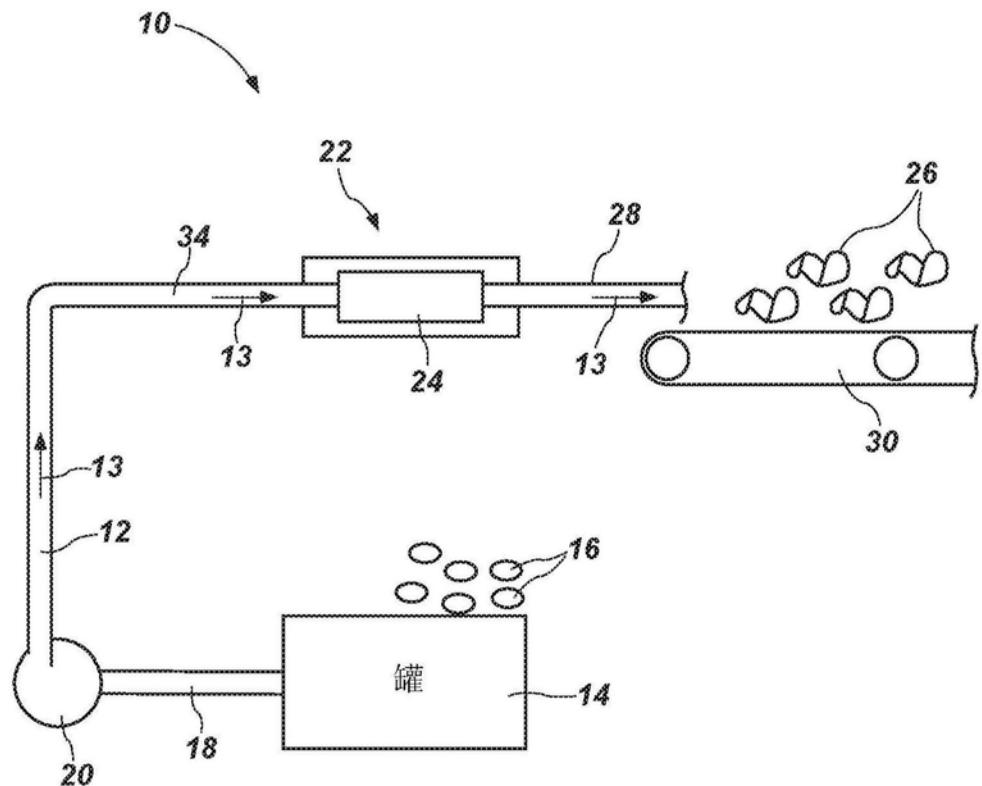


图1

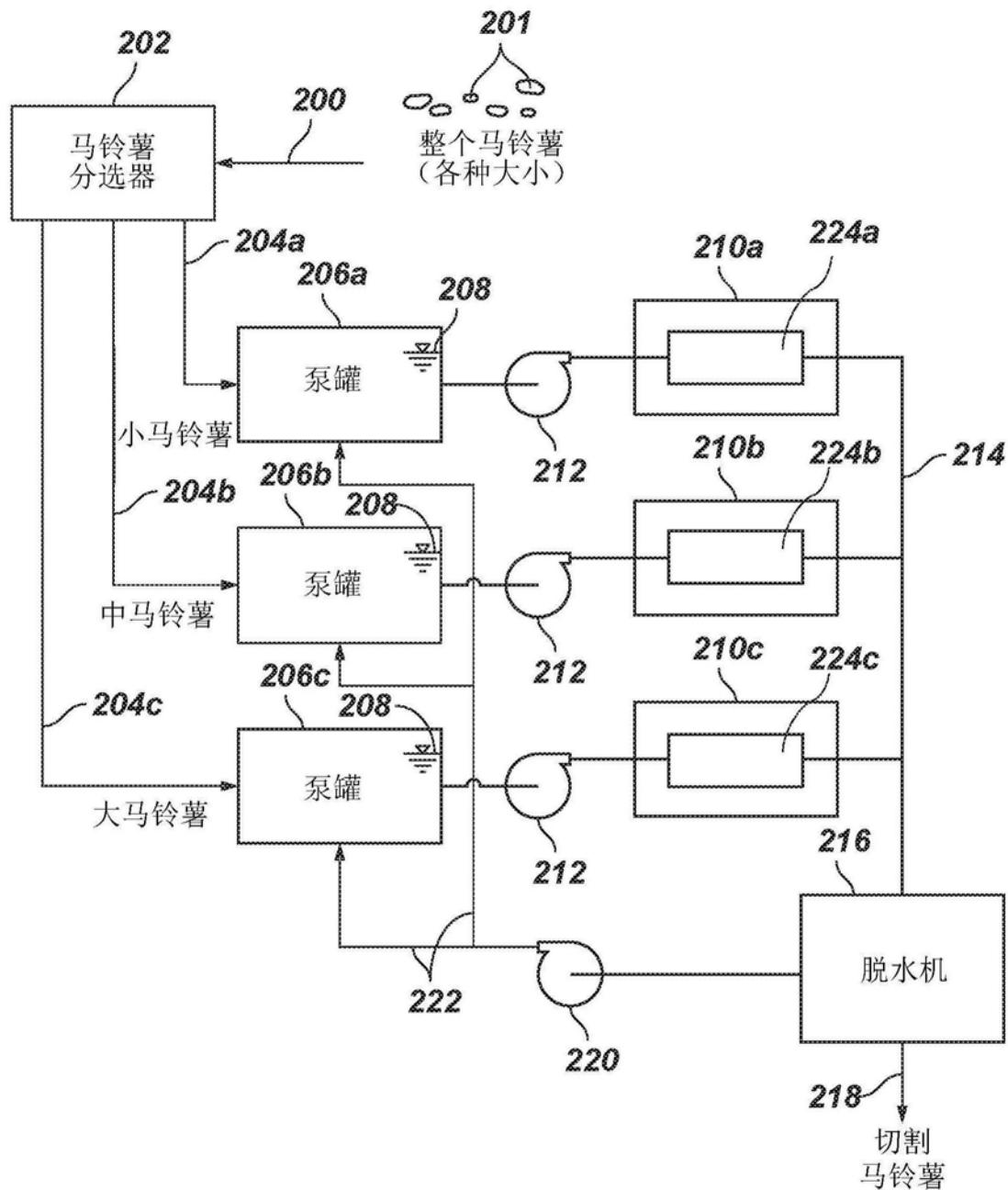


图2

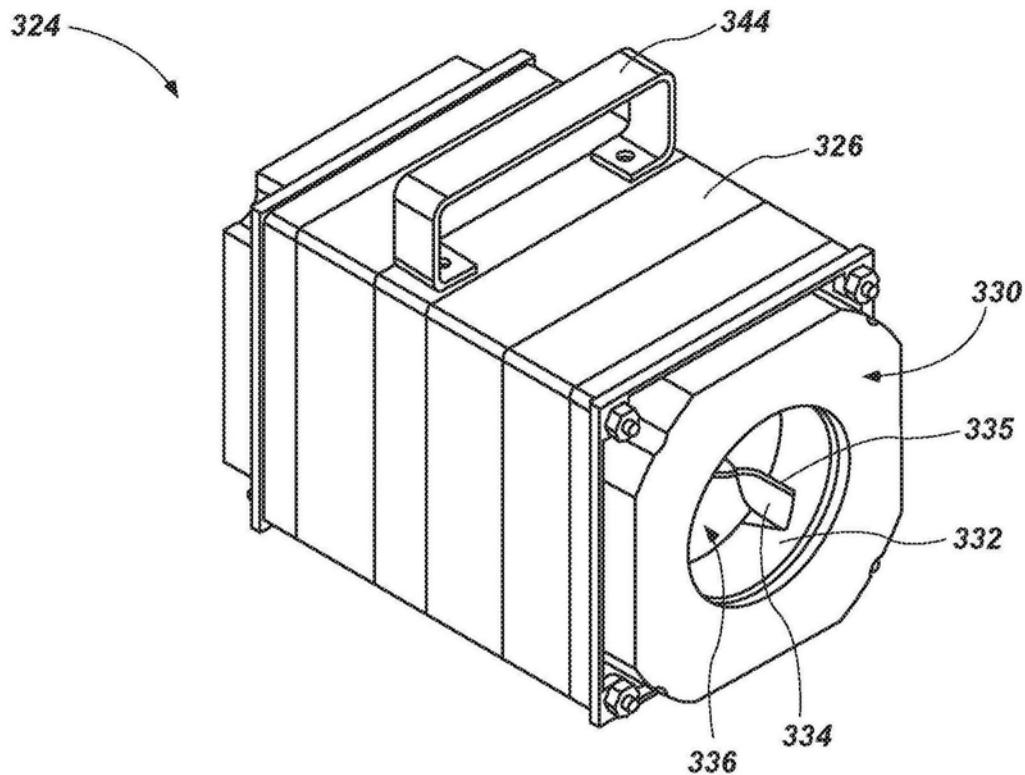


图3

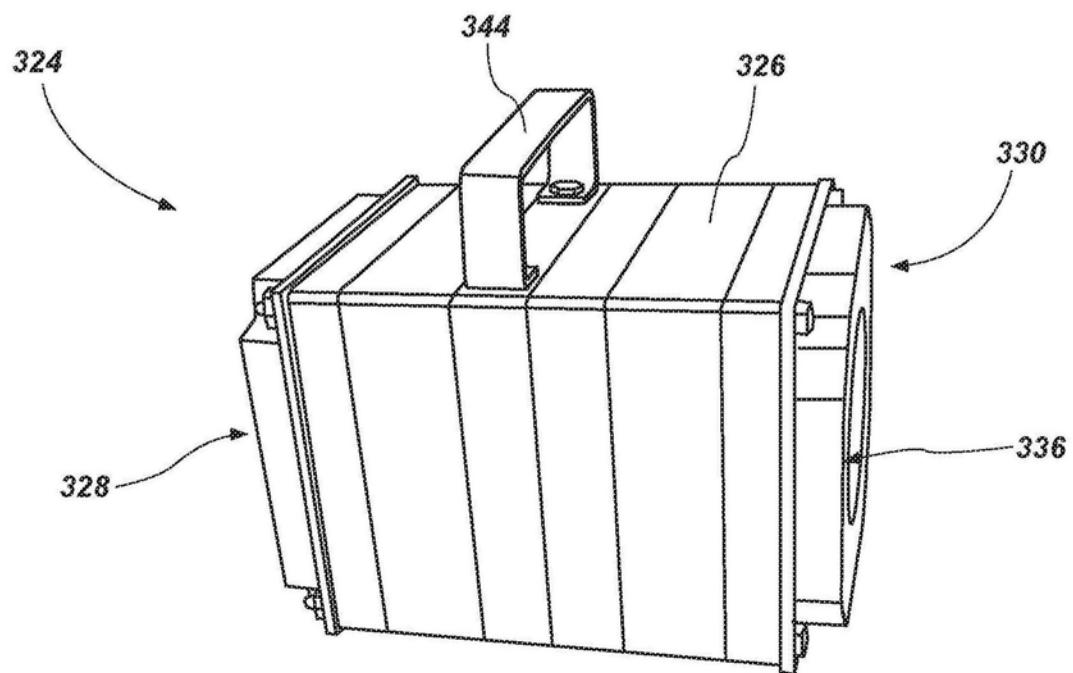


图4

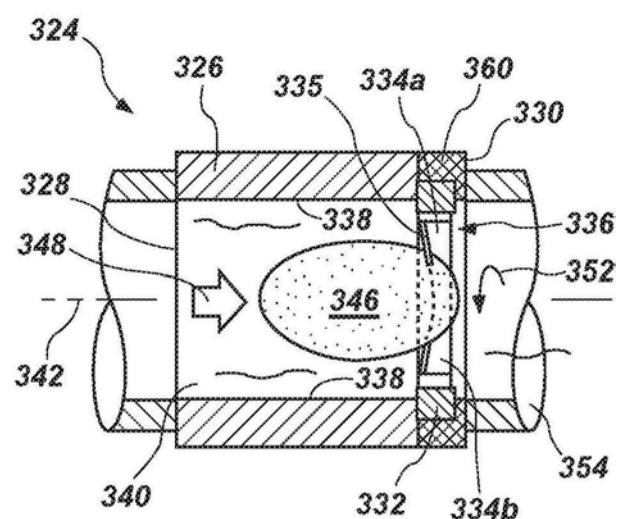


图5A

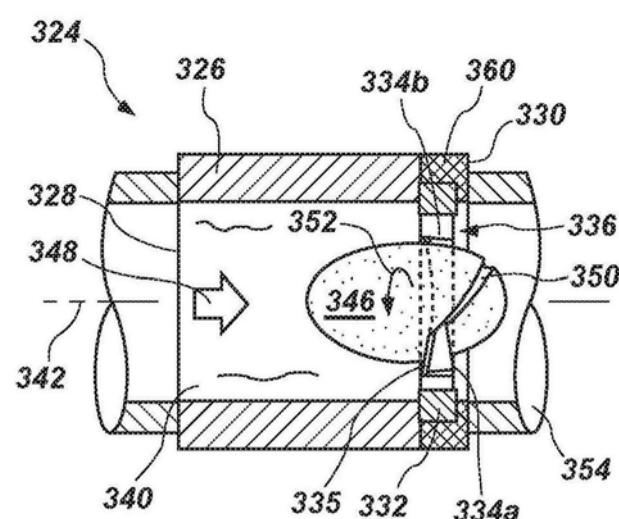


图5B

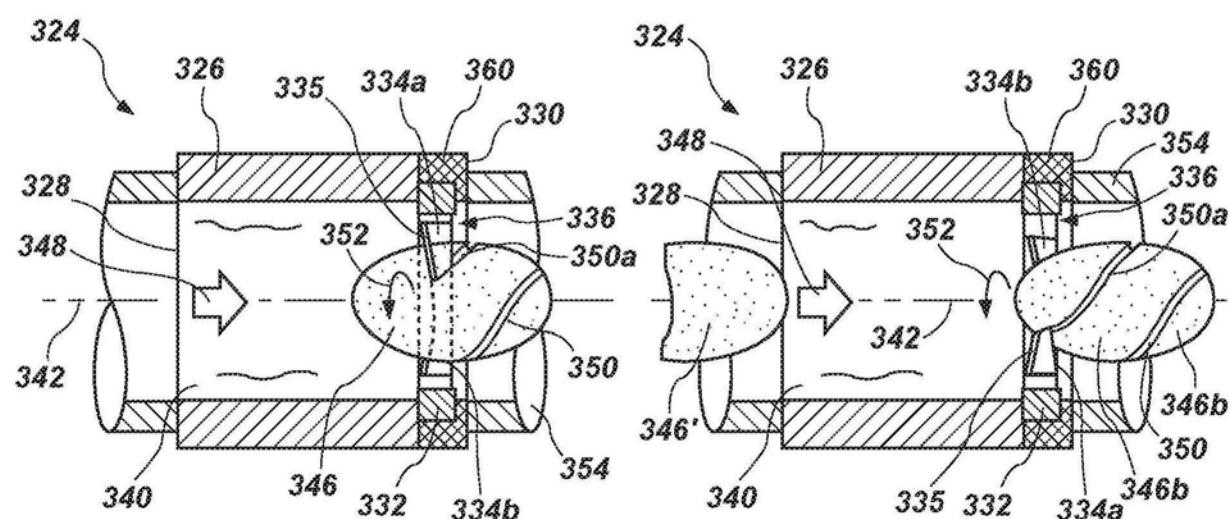


图5C

图5D

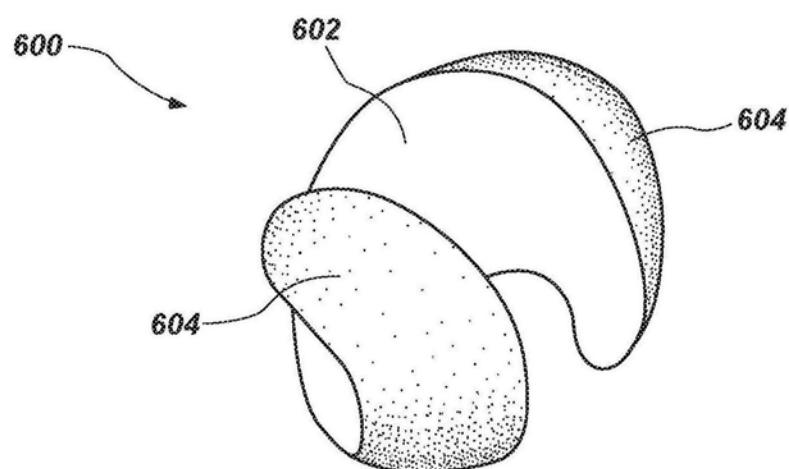


图6

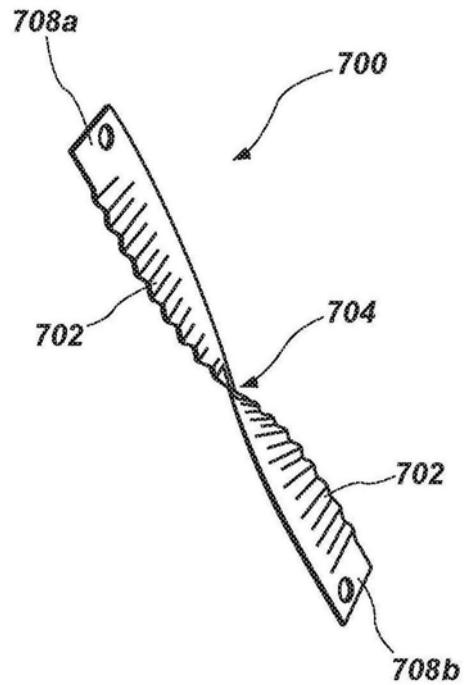


图7

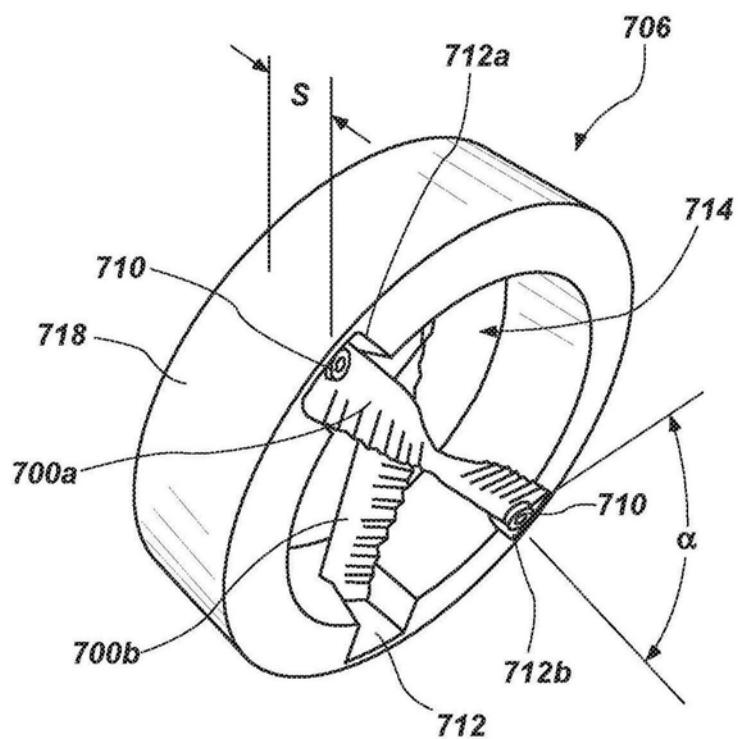


图8

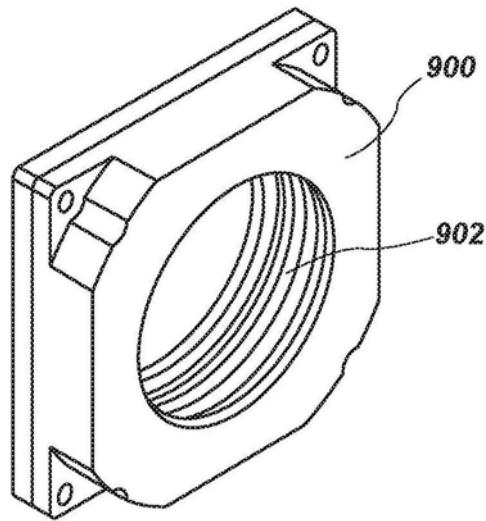


图9

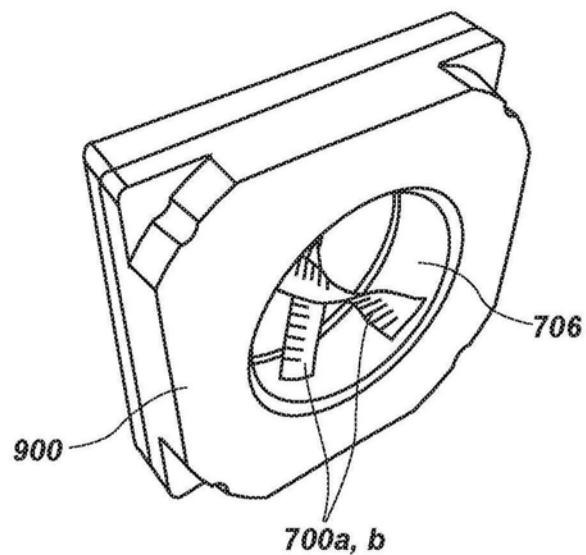


图10

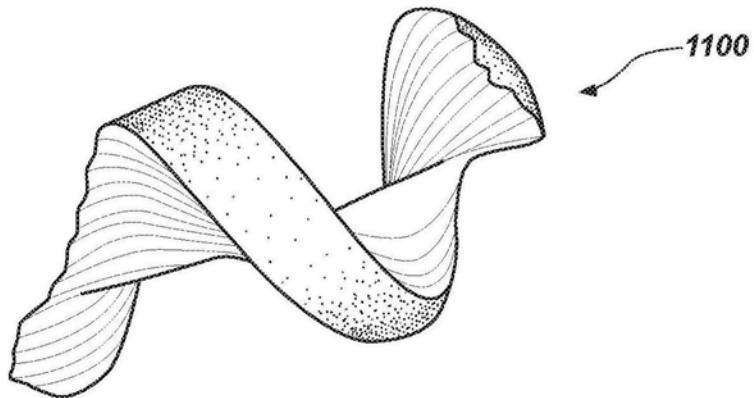


图11

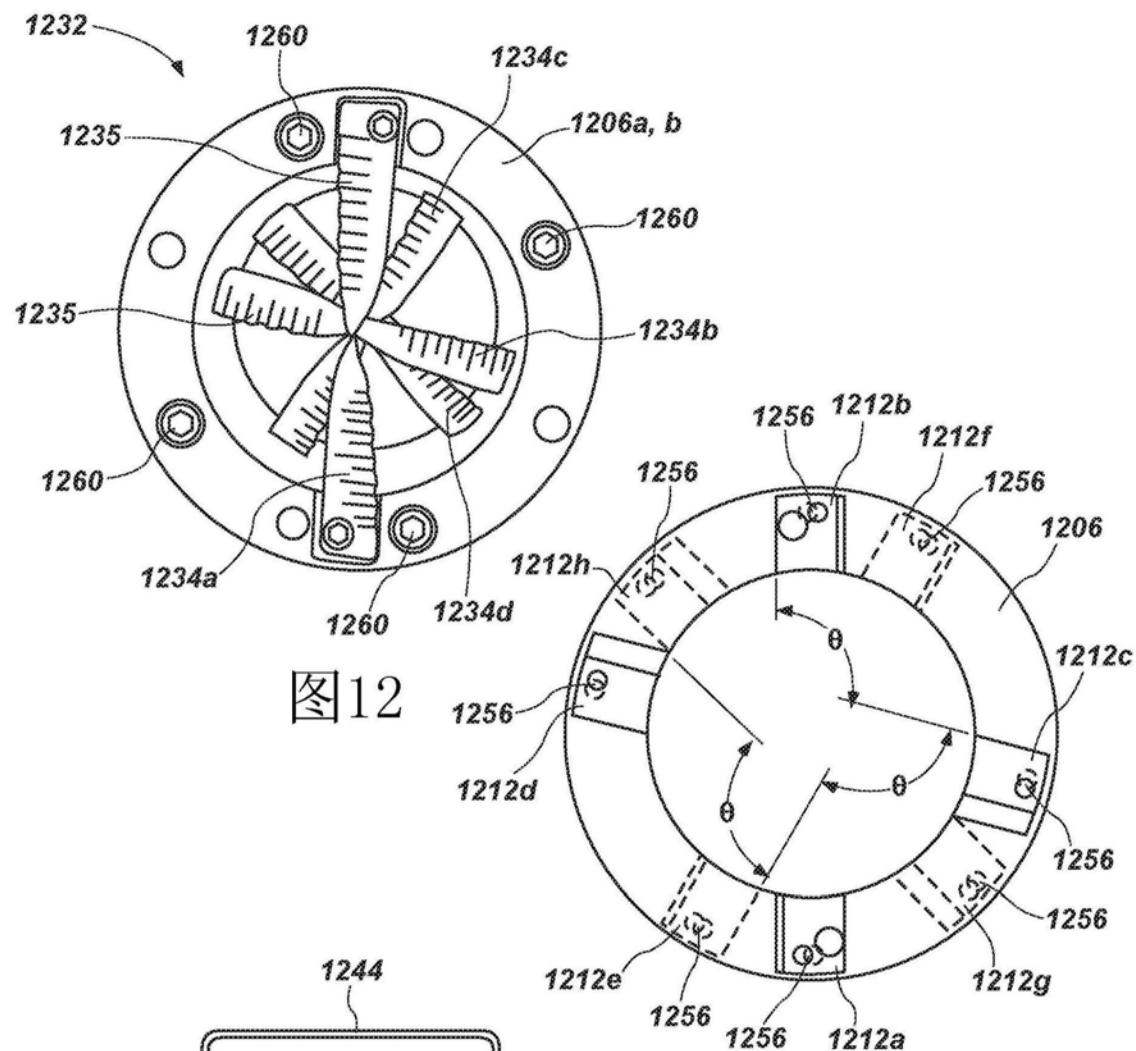


图12

图13

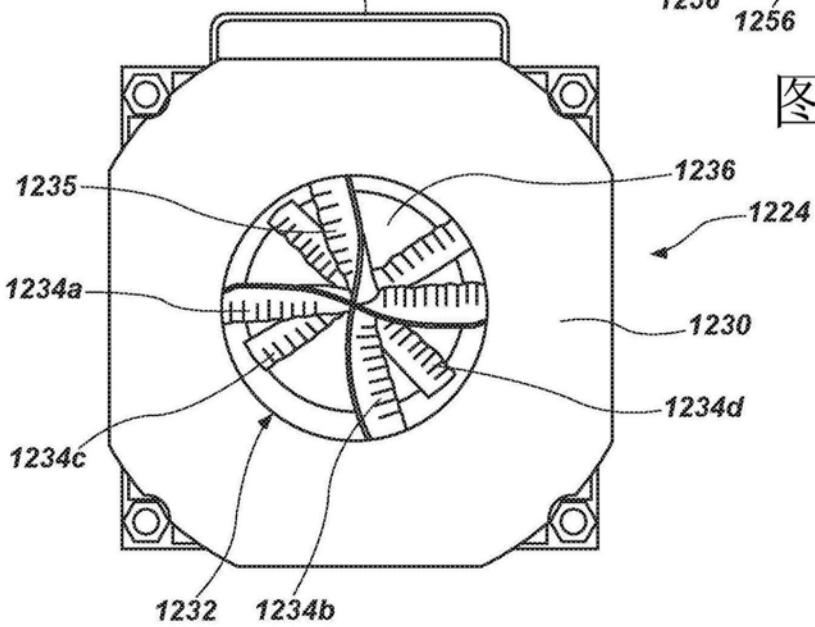


图14

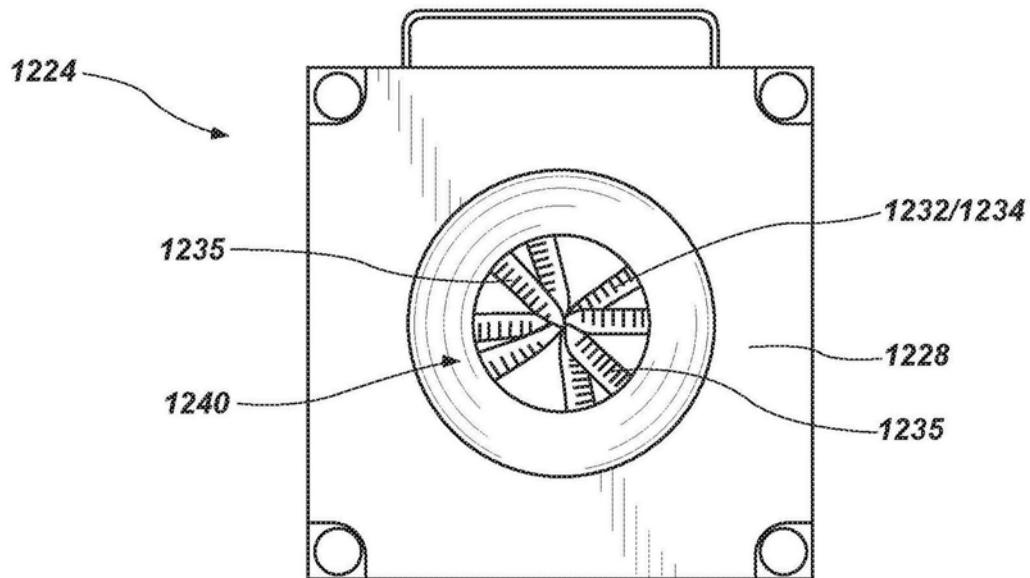


图15

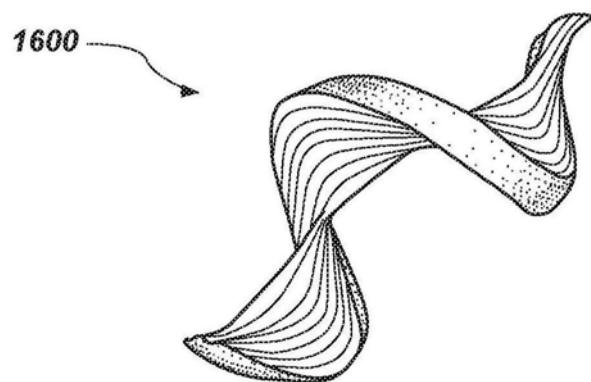


图16