



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115279201 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 01

(21) 申请号 202180020391.1

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280

(22) 申请日 2021.03.04

专利代理师 徐舒

(30) 优先权数据

62/990001 2020.03.16 US

(51) Int.Cl.

A23L 3/36 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

A23L 3/375 (2006.01)

2022.09.09

F25D 3/10 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/020827 2021.03.04

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2021/188302 EN 2021.09.23

(71) 申请人 普莱克斯技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 B·胡内克 M·V·约翰逊

E·W·瓦尼克 S·N·詹帕拉

T·H·加斯泰尔三世

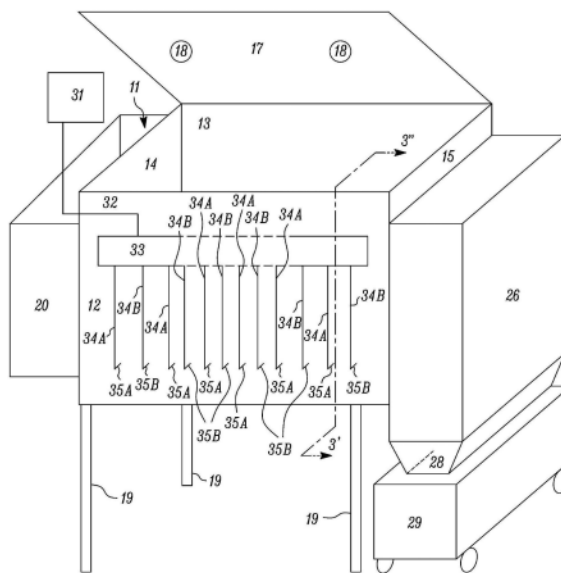
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

## (54) 发明名称

用于冷却非液体可输送产品的系统

## (57) 摘要

本发明公开了一种用于向容器中的停留在容器中给定时间长度内的一定量的非液体可输送产品提供所需的冷却量的系统,包括:(A)以能够在容器的内部内停留给定预定时间长度的速率,将大量非液体可输送产品连续地进料到容器中,大量非液体可输送产品通过容器的内部并且从容器中排出,其中,非液体可输送产品通过其与定位在容器的内部的叶轮接合而移动通过容器的内部;以及(B)当叶轮将非液体可输送产品连续地移动通过喷嘴口时,将冷冻剂从多个喷嘴口直接进料到容器的内部中的非液体可输送产品之中或之上,其中,冷冻剂从足够数量的喷嘴口进料到该非液体可输送产品中,以在给定停留时间期间内为容器中的非液体可输送产品提供所需的冷却量,并且其中,冷冻剂连续地或间歇性地从每个喷嘴口流出。



1. 一种用于向容器中的停留在所述容器中给定时间长度内的一定量的非液体可输送产品提供所需的冷却量的方法,所述方法包括:

(A) 以能够在所述容器的内部内停留给定预定时间长度的速率,将大量非液体可输送产品连续地进料到容器中,所述大量非液体可输送产品通过所述容器的所述内部并且从所述容器中排出,其中,所述非液体可输送产品通过其与定位在所述容器的内部的叶轮接合而移动通过所述容器的所述内部;以及

(B) 当所述叶轮将所述非液体可输送产品连续地移动通过喷嘴口时,将冷冻剂从多个喷嘴口直接进料到所述容器的所述内部中的所述非液体可输送产品之中或之上,其中,所述冷冻剂从足够数量的所述喷嘴口进料到所述非液体可输送产品中,以在所述给定停留时间期间内为所述容器中的所述非液体可输送产品提供所述所需的冷却量,并且其中,冷冻剂连续地或间歇性地从每个喷嘴口流出。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述叶轮包括围绕轴旋转的元件,并且所述容器的所述内部中的所述非液体可输送产品的最顶部表面不会延伸到所述轴之上。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,通过使从所述喷嘴流出的无毒气体进入所述非液体可输送产品中,间歇性地中断低温液体从所述喷嘴流出。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述叶轮包括围绕轴旋转的混合元件,并且所述容器的所述内部中的所述非液体可输送产品的所述最顶部表面不会延伸到所述混合元件到达的最高点之上。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,冷冻剂源和所述喷嘴口之间的压降不超过10磅每平方英寸。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,从每个喷嘴口获得的最大制冷量高达每个喷嘴每分钟1900BTU的制冷。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,冷冻剂液体进入所述非液体可输送产品的流速为每个喷嘴每分钟1磅至30磅的冷冻剂。

## 用于冷却非液体可输送产品的系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于以连续的方式冷却非液体可输送产品(诸如绞肉)的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 在非液体可输送产品的商业规模制备中,可存在非液体可输送产品的温度上升的阶段。在此类阶段中,操作员可能希望降低温度或防止温度过度上升。需要较低的温度,使非液体可输送产品维持在卫生条件下,以避免非液体可输送产品的物理特性劣化,并且在随后的装置运行中改进其可加工性和最终产品产率。例如,预期在生产绞肉或在对骨和肉进行机械分离时执行的切割和绞碎操作可能会升高最终绞肉产品或去骨肉产品的温度,并且在形成绞肉或去骨肉产品期间或之后,非常需要尽可能快地降低绞肉或去骨肉产品的温度。

[0003] 用于冷却非液体可输送产品的现有技术已经存在缺陷,诸如冷却不均匀,并且部分非液体可输送产品被冷冻。针对一些产品应用高剪切可降低不均匀性,但是以产品质构劣化为不良代价。对于其它类型的产品,高剪切促进最终处理产品的期望效果。另外,使用低温冷却剂的现有技术成本高昂,因为对于给定量的冷却,其消耗相当大量的冷却剂以及能量和时间。间接式夹套冷却方案在冷却传热的表面积方面受到限制,并且无法提供直接式冷冻剂注射所提供的紧密直接接触。

[0004] 本发明提供一种用于避免不均匀性的以连续的方式冷却非液体可输送产品的系统;最大程度地降低、控制和分配低温注射;避免非液体可输送产品被冷冻;并且形成所需的高剪切或低剪切程度(视待处理产品的情况而定),同时在低温冷却剂以及时间和能量需求方面实现意想不到的效率。

### 发明内容

[0005] 本发明的一个方面是一种用于向容器中的停留在容器中给定时间长度内的一定量的非液体可输送产品提供所需的冷却量的方法,该方法包括:

[0006] (A) 以能够在容器的内部内停留给定预定时间长度的速率,将大量非液体可输送产品连续地进料到容器中,大量非液体可输送产品通过容器的内部并且从容器中排出,其中,非液体可输送产品通过其与定位在容器的内部的叶轮接合而移动通过容器的内部;以及

[0007] (B) 当叶轮将非液体可输送产品连续地移动通过喷嘴口时,将冷冻剂从多个喷嘴口直接进料到容器的内部中的非液体可输送产品之中或之上,其中,冷冻剂从足够数量的所述喷嘴口进料到所述非液体可输送产品中,以在给定停留时间期间内为容器中的非液体可输送产品提供所需的冷却量,并且其中,冷冻剂连续地或间歇性地从每个喷嘴口流出。

[0008] 在本发明的优选实施方案中,叶轮包括围绕轴旋转的元件,并且容器的内部中的非液体可输送产品的最顶部表面不会延伸到轴之上。在本发明的另一个优选实施方案中,叶轮包括围绕轴旋转的元件,并且容器的内部中的非液体可输送产品的最顶部表面延伸高

达混合元件到达的最高点。

[0009] 在本发明的另一个优选实施方案中,通过使从喷嘴流出的无毒气体进入非液体可输送产品中,间歇性地中断冷冻剂流从喷嘴流出。

### 附图说明

[0010] 图1是适合与本发明一起使用的设备的透视图。

[0011] 图2是图1的设备的俯视平面图。

[0012] 图3是沿图1中出现的线3'-3"所看到的图1中所描绘的设备的一部分的横剖视图。

### 具体实施方式

[0013] 本发明可用于冷却各种非液体可输送产品中的任何一种。就本发明的描述和实践而言,如果一种产品可被如本文所述的叶轮推动通过容器并且足够有粘性,使得其不会以不受控制的方式流出容器,那么将其视为非液体并且可输送,而无论是单块产品还是离散颗粒型产品。如本文所用,非液体可输送产品还必须能够被冷冻剂的射流(诸如液氮或固体二氧化碳)穿透,引导在其上或进入其中。非液体可输送产品的示例包括食品和非食品,诸如绞肉(其包括绞肉和其它成分的混合物)、已经通过机械或其它方法进行去骨的肉、蛋白质糊剂、可在后续加工步骤(诸如烘焙)中固化以形成产品(诸如烘焙食品、饼干、宠物食品等粗磨食品等)的组合物(诸如面糊)。塑料珠粒、片状产品、格兰诺拉麦片或植物产品(诸如大麻或啤酒花芽)也是可通过本发明进行处理的产品。

[0014] 通过使用可接收和保持一定量的待冷却的非液体可输送产品的装置,可有利地采用本发明,其中,装置内部存在至少一个叶轮,该叶轮可以连续或半连续的方式在装置内使产品移动和穿过装置。图1中示出此类装置的一个示例,其中,容器11包括侧壁12和侧壁13、端壁14和端壁15以及底部16,所有这些均彼此密封以形成壳体。封盖17通过铰链的方式附接到一个壁,诸如如图所示的壁13,使得封盖17可在容器11内的产品上方封闭并且可升高以允许进入容器11的内部。封盖17包括一个或多个可打开或密封以允许从容器11的内部抽出蒸气的通风孔18。容器11承载在支脚19上,并且可在水平排布结构和垂直排布结构之间的任何位置定向,其中,产品通常沿一个方向从容器中的低点移动到高点。通过封盖17中的开口,将产品进料到容器11中,并且从相对侧或端部处的容器11的底部排出冷藏的产品。

[0015] 入口10位于封盖17中或与排放料斗26相对的端壁14中。优选地,入口10连接到进料斗20,该进料斗可容纳待进料到容器11中的产品。排放料斗26是通过出口27接收来自容器11的内部的冷却产品的盛器。排放料斗26容纳从容器11进料的冷却产品,直到排放料斗26的底部中的门道28被打开,此时冷却后的产品通过门道28进入盛器(诸如载体29),其中,可保持冷却后的产品并将其移动到另一位置以进行进一步处理。

[0016] 参考图2,示出了一对叶轮21。通过具有一个叶轮或具有两个或多于两个叶轮的实施方案,可实践本发明。每个叶轮21包括轴22,该轴在每个端壁中以常规的方式安装,使得每个叶轮能够围绕其轴旋转。每个轴22连接到驱动器23,该驱动器包括电机以及从电机到轴22的使电机能够旋转每个轴的合适连接件。驱动器23还包括合适的控件,该控件使操作员能够停止和启动叶轮的旋转并且调节叶轮21旋转的速度。

[0017] 叶轮21还包括在操作中接触非液体可输送产品并且沿大致平行于轴22的方向推

动它的同时还混合产品的元件。在图2中,每个此类元件是通过径向臂24附接到轴的刀片25,并且刀片25相对于容器11的侧面成角度。虽然图2中示出刀片的一个实施方案,但是应当理解,其它排布结构也是已知且可用的,诸如带状和螺旋型叶轮和驱动器,以沿着容器11的长度将非液体可输送产品从入口10移动到出口27(和从出口27移出)。

[0018] 如图2中所示,喷嘴口可设置在容器11的一侧或两侧上,以确保注射和冷冻剂接触的均匀性。

[0019] 图3示出容器11的端部横剖视图,其示出了一组刀片25和径向臂24。优选的是,距离轴22最远的刀片25的边缘接近但不接触侧壁12的内边缘。在冷冻剂进料管34的开口端处的喷嘴口35与壁12的内表面齐平,或者(如虚线35A所示)可位于容器11的内部内,前提是喷嘴口35不接触刀片25或叶轮的任何其它部分。通过将喷嘴口35定位在叶轮旋转的几何平面之间(在这种情况下,喷嘴口35可进一步突出进入容器内部)和/或通过确保在叶轮刀片旋转的平面中的喷嘴口端部不会突出进入容器太远而造成叶轮可能会撞击它们,可避免喷嘴口35的端部与叶轮的刀片之间的接触。

[0020] 在一个优选的定向上,喷嘴口35位于容器的轴水平面下方1英寸至2英寸处,在大约 $18^{\circ}$ 至 $22^{\circ}$ 的向下角度上,这是喷嘴注射冷冻剂(即二氧化碳)的优选定向。这确保冷冻剂避免轴冲击并且直接引入到产品中或产品上。优选地,以较浅的角度(约 $15^{\circ}$ ),在离垂直方向大约 $55^{\circ}$ 的位置处安装用于注射液氮(LIN)的注射器,以便注射产品。即,每个喷嘴口35优选地定位成使得从最接近喷嘴口35的叶轮21的轴22的垂直半径与从最接近喷嘴口35的叶轮21的轴22延伸到喷嘴口35的半径之间的角度A优选地为50度至60度。此外,每个喷嘴口35应定向成使得喷嘴口的中心轴线与穿过喷嘴口的水平线之间的角度B优选地为12度至20度。图3示出这种成角度的定向。虽然图3示出一个冷冻剂喷嘴口35相对于容器的优选位置,但是应当理解,容器将包括多于一个此类喷嘴口35。第三可能的实施方案利用在容器的封盖中或者正下方的多个注射器喷嘴,该注射器喷嘴允许将冷冻剂引入到产品表面上。

[0021] 再次参考图1,每个冷冻剂进料管34A在喷嘴口35A一个端部处开口,并且每个冷冻剂进料管34B在喷嘴口35B一个端部处开口。进料管34A和进料管34B在它们的上游连接到充气室33,该充气室通过管32连接到液体冷冻剂的源31,诸如绝缘罐。罐中或其它源31中的液体冷冻剂通常处于30psig至35psig的压力下,但可低至25psig并且高达60psig。优选的冷冻剂包括液氮和液体二氧化碳。液氮可包括100%液体(即,不存在蒸气馏分),当一些冷冻剂处于气相且剩余为液体时,可实现本发明的有益效果。然而,按重量计,至少70%的冷冻剂应当为液体,并且优选地,按重量计,至少90%并且更优选地至少95%应当为液体,因为本发明的有益效果通常随着进料到容器11中的冷冻剂的液体含量增高而增加。

[0022] 本发明的连续工艺中的冷却优选地通过改变冷冻剂从喷嘴中流出到产品中的流动来实现。可以各种方式中的任何一种或多种方式改变流动,包括:

[0023] 改变流出不同喷嘴口的冷冻剂的量。实现这一点的一种方式是为每个冷冻剂进料管34A和34B提供可控阀门,该可控阀门可由操作员调节以控制流动通过进料管的冷冻剂的量。实现这一点的另一种方式是提供具有不同直径的不同喷嘴口35A和35B;优选地,从产品通过容器11的方向上的一个喷嘴口到下一个喷嘴口的直径减小。优选的最大直径为1英寸,直至优选的最小直径为1英寸的四分之一,或者甚至低至0.03125英寸。

[0024] 在任何给定的时间点,改变冷冻剂是否从喷嘴流出。即,交替地打开和关闭流出任

何给定喷嘴口,使得冷冻剂从一些喷嘴口流出而不从一些其它喷嘴口流出。一个优选实施方案是使冷冻剂从部分或全部开口35A流出并且不从任何开口35B流出。然后,交替操作,使得冷冻剂从部分或全部开口35B流出并且不从任何开口35A流出。这样,使得操作员能够通过打开和关闭位置来调整注射位置以调节冷冻剂注射模式,从而实现可用几何形状的给定产品所需的冷却。

[0025] 通过使冷冻剂在其源31与喷嘴口35之间遇到的压降最小化,可避免减少从喷嘴口送出的冷冻剂的液体部分(馏分)。通过使管32和管34的弯曲数量最小化,并且通过采用不会过度收缩并且优选地最大程度地降低对流动的限制的管道和喷嘴口,可最大程度地降低压降。优选地,管32的内径大约为1英寸至4英寸,并且管34的内径大约为半英寸。在理想情况下,冷冻剂源31与喷嘴口35A和喷嘴口35B之间的压降不超过10psi(磅/平方英寸)并且优选地不超过5psi。

[0026] 在操作中,将非液体可输送产品优选地从上述料斗20进料到容器中。封盖17应当关闭,并且叶轮21正在运行。在一个实施方案中,非液体可输送产品不会延伸到最上面的轴22之上;现在参考图3,在该图中,线L'-L"穿过轴22,容器11中的产品的顶部表面不应延伸到线L'-L"之上。在另一个实施方案中,非液体可输送产品可在最上面的轴22和线L'-L"上方延伸,但不会延伸到混合元件25到达的最高位置之上,即不高于图3中所见的线L\*-L\*。在任一实施方案中,应保留仅包括周围大气环境而不包括可输送产品的顶部空间40。在输送非液体可输送产品之后立刻或者一段时间之后,也启动冷冻剂流,从源通过充气室和单独的进料管,并且从每个喷嘴口流出,进入容器中的非液体可运输产品。非液体可输送产品接近喷嘴口或与喷嘴口直接接触,使得冷冻剂直接从喷嘴口中到达非液体可输送产品之中或之上,其中,冷冻剂凭借其低温使非液体可运输产品冷却,冷冻剂在与非液体可输送产品接触时蒸发,以通过蒸发的热量提供制冷,并且由此产生的冷冻剂蒸气凭借其仍然较低的温度而冷却。就在冷冻剂从喷嘴口出来之前,其温度通常大约为-320F至-100F,具体取决于所使用的冷冻剂。

[0027] 令人惊讶的是,已经确定通过限制冷冻剂从每个喷嘴口进入容器中的非液体可输送产品的流速,并且通过不超过通过每个喷嘴口获得的从每个喷嘴口进料的冷冻剂的最大制冷量,可获得出人意料的良好冷却效率。表示为制冷的最大值为每个喷嘴每分钟的制冷高达1900BTU(优选地高达1500)。另选地,如下文更详细所述,粘附到来自每个喷嘴的最大冷冻剂的量同样令人惊讶,并且还实现了本文所述的结果。这些发现与本领域的常规预期相反,即必须通过增加每个喷嘴处的冷却速率和冷冻剂流速才能增加冷却。此发现还使得操作员能够获得高效、大体上均匀且快速的冷却,同时避免非液体可输送产品被冷冻。即,即使非液体输送产品的冷却继续并且其温度降低,非液体可输送产品仍然可如本文所定义的可输送性。

[0028] 本文所述的冷冻剂注射方案本身有助于保持被冷藏产品的质构,尤其是在蛋白质产品中。蛋白质结构的保留可通过例如视觉观察、显微镜、手感来表征,或者可通过例如在质构分析仪中通过比较冷却前和冷却后的结果来测量给定穿透所需的力进行量化。控制叶轮速度能够控制所施加的剪切,从而能够维持所需的质构。

[0029] 例如,执行本发明的连续工艺的作用可通过质构分析仪表征,通过测量在冷却去骨蛋白质(F1)之前和冷却去骨蛋白质(F2)之后穿透Y mm所需的力,以及在最小10F产品冷

却工艺之后,F1-F2的力差不超过X牛顿,并且取决于产品。在下面的图像中可看到结果的示例,冷藏前和冷藏后之间的差异最小。连续低温冷却工艺和装置可在不超过10英尺的生产长度内提供高达10华氏度至25华氏度的产品温度降低/产品吞吐量范围5000磅/小时至12000磅/小时的运转率。在不超过12英尺的生产长度内,这可延长至高达20,000磅/小时。在典型的应用(但不限于此)中,容器轴速度将为0rpm至15rpm,并且注射循环为10秒至30秒,每小时冷藏5000磅至20000磅。监测这些特性,并且将它们与操作条件(诸如叶轮速度、冷冻剂温度以及冷冻剂从产品中的每个喷嘴口进料的速率)相关联,使得操作员能够优化操作条件,包括向产品施加所需的高剪切或低剪切程度。

[0030] 多种条件的组合实现高效运行。叶轮以使非液体可输送产品足够快速地移动通过每个喷嘴口的速率运行,以避免非液体可输送产品因其与来自喷嘴口的冷冻剂接触而被冻结。通过控制叶轮旋转的速率,可实现所需的非液体可输送产品的移动速率。例如,典型的商业低剪切应用中的叶轮将以大约3rpm至15rpm(每分钟转速)的速率旋转,同样优选地以更高的速率,但是必须注意避免速率过高而导致非液体可输送产品的物理完整性或质量受损(除非由于环境(例如被处理产品的特性)而需要高剪切)。在冷冻剂流出喷嘴口的速率和非液体可输送产品通过喷嘴口的移动速率的一组给定条件下,通过评估非液体可输送产品是否由于开始冰冻而经历任何硬化,可容易地确定非液体可输送产品的有效移动速率。

[0031] 此外,通过本发明获得令人惊讶的冷却效率改进的另一个意料不到的运行条件是限制从每个喷嘴口提供的制冷。通过使从每个喷嘴口输送的冷冻剂液体对非液体可输送产品的每分钟最大制冷BTU不超过1,900(优选最大为1,500),实现这一点。

[0032] 当容器中的非液体可输送产品从热力学状态1变为热力学状态2时,在非液体可输送产品的冷却期间要去除的热量为 $\Delta H_f = H_{f2}(T_2, x_2) - H_{f1}(T_1, x_1)$ ,单位为BTU/lb或kJ/kg,其中, $H_f$ 是非液体可输送产品的焓, $T$ 是非液体可输送产品的温度,并且 $x$ 是非液体可输送产品的相或冷冻馏分。在连续运行期间非液体可输送产品在容器中的冷却停留时间期间,输送到非液体可输送产品所需的总制冷量为 $\Delta H_f \cdot m_f / \Delta t$ ,单位为BTU/min或kJ/min,其中, $m_f$ 是容器中的非液体可输送产品的质量,并且 $\Delta t$ 是分批运行的冷却分批时间(或进行连续运行的容器中的冷却停留时间)。通过被直接注射到容器内以与非液体可输送产品接触的低温流体而输送到非液体可输送产品之中的实际制冷为 $m_c \eta_c$ ,单位为BTU/min或kJ/min,其中, $m_c$ 为低温流体的质量流速(kg/min或lb/min), $\eta_c$ 为冷冻剂制冷利用效率(BTU/lb或kJ/kg)。

[0033] 本发明已经确定,这一点通常通过不超过进入非液体可输送产品中的冷冻剂液体的流速来实现,该流速的范围为每个喷嘴每分钟1磅至30磅、优选地为2磅至30磅的冷冻剂、2磅至25磅且优选地为5磅至25磅冷冻剂/分钟/喷嘴,通常大约为仅约2磅至15磅且优选地为5磅至15磅冷冻剂/分钟/喷嘴。典型的分批系统可看到高达225,000BTU/小时/喷嘴的冷却速率,而此处所述的连续容器限于2,500BTU/小时/喷嘴至30,000BTU/小时/喷嘴。这种多个喷嘴的方法确保产品不会被过度冷藏、避免了冷冻,并且避免从出口带出冷冻剂,从而提高安全性和下游产品质量。

[0034] 喷嘴口的数量(以及将冷冻剂进料到喷嘴口的进料管的数量、孔口尺寸以及与进料管相关联的充气室的数量)将由待提供给一定量的被冷却非液体可输送产品的总所需冷却量以及实现冷却的时间长度确定。

[0035] 作为一个典型的示例,在商业10,000磅/小时的容器中,通过调节和平衡从每个喷

嘴口流出的冷冻剂的流速、喷嘴口的数量以及进料到非液体可输送产品中的冷冻剂的液体含量,并且通过喷嘴口将如本文所述的冷冻剂液体提供到非液体可输送产品中,提供令人满意的连续高效冷却,以去除高达10BTU/磅非液体可输送产品的热量。

[0036] 使用CO<sub>2</sub>进行讨论的注射方案也适用于液氮注射系统。优选的冷冻剂注射方案涉及将注射器分成两组:组35A和组35B,如以下图像中图示。沿容器11的长度以交替的顺序布置注射器35A和注射器35B,其中,在相对侧上具有成排的注射器。交替方案确保整个产品体积上进行相对均匀的注射。循环时间基于待去除的热负荷和各种孔口尺寸确定。总循环时间分为大致三个部分:从组A注射;从组B注射;和静止,而不进行任何冷冻剂注射。每个部分的时间长度大致按以下比率:组A、组B、当X:X:2X时静止,其中,X在2秒至10分钟,优选地5秒至10分钟的范围内,具体取决于容器11的尺寸以及在容器中冷藏的产品的总质量。在注射期间包括静止周期允许被注射的冷冻剂变成气体,其提供的制冷可混合、传导和平衡到产品体积中。短时间注射防止任何给定体积的产品被过度冷藏。静止周期和平衡周期允许冷穿透而不会进行显著混合和剪切,有助于在冷藏过程中保护产品质构,并且避免产品冷冻到容器壁和轴上。对于一些产品混合物,可考虑进行其他模式变化。



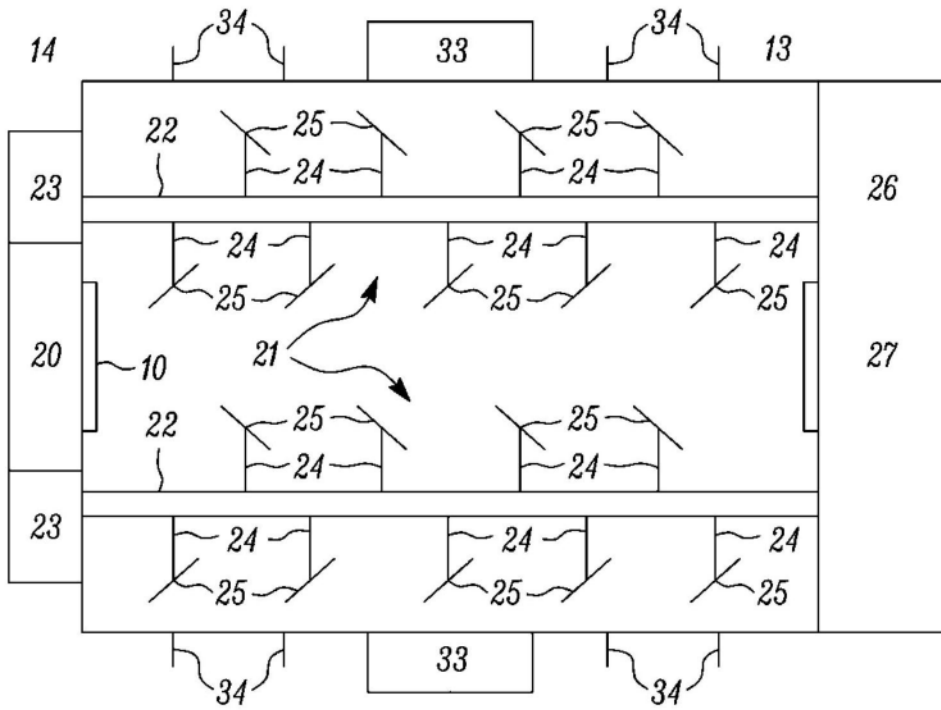


图2

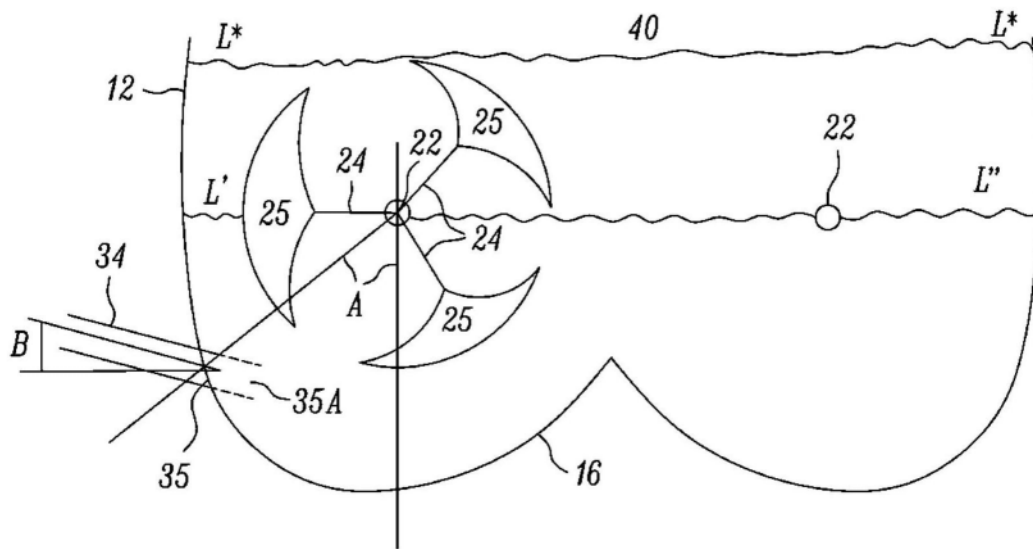


图3