



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103815519 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201410028666. 8

(22) 申请日 2006. 02. 08

(30) 优先权数据

60/651, 796 2005. 02. 10 US

(62) 分案原申请数据

200680004560. 8 2006. 02. 08

(71) 申请人 雀巢产品技术援助有限公司

地址 瑞士沃韦

(72) 发明人 S·帕特尔 J·凯利

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 贺月娇 杨晓光

(51) Int. Cl.

A23L 3/26(2006. 01)

A23C 3/07(2006. 01)

C02F 1/30(2006. 01)

C12H 1/16(2006. 01)

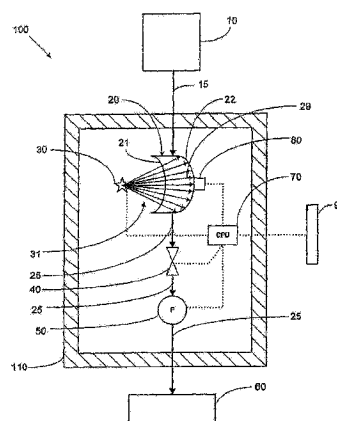
权利要求书3页 说明书19页 附图12页

(54) 发明名称

用于流态食物产品的辐射处理的设备和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于流态食物产品的辐射处理的设备和方法。本发明利用了具有凸面的可透射壁。辐射源被置于所述透射壁与所述凸面相对的一侧,从而当所述辐射源发射辐射能量时,所述辐射能量通过所述透射壁,借此辐照流动并与所述凸面接触的流态食物产品。



1. 一种用于流态食物产品辐射处理的设备,其包含:
辐射源;
第一壁,其具有限定凸面的部分圆柱形或部分球形的可透射部分,所述可透射部分透射由所述辐射源产生的辐射能;
第二壁,其具有与所述第一壁的凸面相对的表面,从而在其间形成产品流动空腔;
进口,其形成进入所述产品流动空腔的通路;
出口,其形成由所述产品流动空腔出来的通路;以及
其中所述第一壁被置于所述辐射源和所述产品流动空腔之间,以便当所述辐射源发射辐射能量时,所述辐射能量通过所述第一壁并进入所述产品流动空腔之内。
2. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述第二壁的与第一壁的凸面相对的表面是凹面。
3. 如权利要求 2 所述的设备,其产品流动空腔具有基本上恒定的深度。
4. 如权利要求 3 所述的设备,其中所述基本上恒定的深度为大约 3 英寸(0.0762 米)或更少。
5. 如权利要求 3 所述的设备,还包括调整所述产品流动空腔的所述基本上恒定的深度的装置。
6. 如权利要求 1-5 中任一项所述的设备,还包括第三壁,其与第二壁形成第二空腔,所述第二空腔用冷却流体填充。
7. 如权利要求 1-6 中任一项所述的设备,还包括流态的食物产品的源,其可操作地连接到所述进口。
8. 如权利要求 7 所述的设备,其中所述流态食物产品选自糊状物、液体、粉末、颗粒材料、凝胶、或半固体。
9. 如权利要求 8 所述的设备,其中所述流态食物产品为粉末婴儿配制食品。
10. 如权利要求 1-9 中任一项所述的设备,还包括在所述产品流动空腔内的传感器装置,其用于测量由所述辐射源发射的辐射能量的特征。
11. 如权利要求 10 所述的设备,其中所述特征选自辐射功率、辐射剂量、辐射强度以及辐射能量。
12. 如权利要求 11 所述的设备,其中所述传感器装置嵌入、固定、或置于所述第二壁的表面或其附近。
13. 如权利要求 1-12 中任一项所述的设备,其中所述第一壁传递所述辐射源产生的辐射能量,没有显著的能量损失。
14. 如权利要求 13 所述的设备,其中所述第一壁由选自石英、玻璃、人造聚合物、叠层、重金属板以及重金属箔的材料而构造。
15. 如权利要求 1-14 中任一项所述的设备,其中所述第一壁为部分圆柱形,其形状为具有位于所述产品流动空腔之外的中心轴,所述辐射源沿着所述中心轴放置。
16. 如权利要求 1-14 中任一项所述的设备,其中所述第一壁为部分球形,其形状为具有位于所述产品流动空腔之外的中心点,所述辐射源被置于所述中心点上或其附近。
17. 如权利要求 1-16 中任一项所述的设备,还包括用于控制通过所述产品流动空腔的流态食物产品的流速的装置。
18. 如权利要求 17 所述的设备,其中所述流速控制装置可操作地与所述进口或者出口

偶联。

19. 如权利要求 1-18 中任一项所述的设备,还包括用于促进经由所述进口和出口而通过所述产品流动空腔的流态食物产品流动的装置。

20. 如权利要求 19 所述的设备,其中所述用于促进流态食物产品流动的装置包含适于在所述进口和出口之间产生压力或真空差异的泵。

21. 如权利要求 1-20 中任一项所述的设备,其中所述辐射源选自电子束源、 γ 射线源、或 x 射线源。

22. 如权利要求 1-21 中任一项所述的设备,其中所述第二壁的表面为凹面,其与所述凸面大体上是同心的。

23. 如权利要求 1-22 中任一项所述的设备,其中所述第二壁对由所述辐射源产生的辐射能量基本上是不透射的。

24. 如权利要求 1-23 中任一项所述的设备,还包括:

通过扩展所述第二壁和 / 或收缩所述第一壁来调整所述产品流动空腔的深度的装置;
流态食物产品的源,其可操作地连接到所述进口;

用于测量在所述产品流动空腔中的辐射能量水平的传感器装置,所述传感器装置嵌入、固定、或置于所述第二壁的表面或在其附近;

用于促进通过所述产品流动空腔的流态食物产品流动的装置;

用于控制通过所述产品流动空腔的流态食物产品的流速的装置;

其中所述第二壁的表面是凹面,并且所述产品流动空腔具有基本上恒定的深度,大约为 3 英寸(0.0762 米)或更少;

所述第一壁传递所述辐射源产生的辐射能量,没有显著的能量损失;

其中所述第一壁为部分球形,其具有位于所述产品流动空腔之外的中心点,所述辐射源被置于所述中心点上或在其附近;

其中所述辐射源是电子束源;

其中所述进口形成进入所述产品流动空腔顶部的垂直通路;并且其中所述出口形成从所述产品流动空腔底部出来的垂直通路;

其中所述凹面与所述凸面大体上是同心的;

其中所述辐射源与所述第一壁隔开一段距离;并且

其中所述进口被设置以将所述流态食物产品引入所述产品流动空腔与所述第一壁的凸面相接触。

25. 一种辐射处理流态食物产品的方法,其包含:

提供包含辐射源、第一壁、和具有表面的第二壁的设备,其中所述第一壁具有有限定凸面的部分圆柱形或部分球形的可透射部分,其中所述第二壁的表面与所述第一壁的凸面相对,从而在其间形成产品流动空腔,其中所述可透射部分透射由所述辐射源发射的辐射能量,并且其中所述第一壁被置于所述辐射源和产品流动空腔之间;

经由到产品流动空腔的进口,将流态食物产品引入所述产品流动空腔;

使所述流态食物产品流动通过所述产品流动空腔;和

将所述流态产品暴露于由所述辐射源发射的辐射能量,所述辐射能量由所述辐射源发射,通过所述第一壁进入所述产品流动空腔,并与移动通过所述产品流动空腔的所述流态

食物产品接触。

26. 如权利要求 25 所述的方法,其中所述流态食物产品以能导致所述流态食物产品暴露于至少期望的辐射能量剂量的速度流动通过所述产品流动空腔。

27. 如权利要求 25 或 26 所述的方法:

其中所述第二壁的表面为凹面,其与所述凸面大体上是同心的。

其中所述第一壁为部分球形,其具有位于所述产品流动空腔之外的中心点,所述辐射源被置于所述中心点上或在其附近;

其中所述辐射源是电子束源,其适于在大约 10MeV 的最高能量下运行;

其中所述产品流动空腔具有基本上恒定的深度,大约为 3 英寸(0.0762 米)或更少;

其中所述流态食物产品含有一种或多种生物污染物或病原体,所述流态食物产品以如下的速度流动通过所述产品流动空腔,所述速度能够致使所述流态食物产品暴露于至少足以有效地减少所述一种或多种生物污染物或病原体水平的辐射能量剂量;

其中所述流态食物产品是婴儿配制食品,并且所述一种或多种生物污染物或病原体包括阪崎肠杆菌,所述辐射能量的期望剂量不超过大约 5.0kGy。

28. 一种辐照流态食物产品以减少一种或多种生物污染物或病原体的方法,所述方法包含:

(a) 使具有一种或多种生物污染物或病原体的流态食物产品以预定的流速流动通过产品流动空腔;

(b) 以预定的功率和预定的能量水平产生辐射能量;

(c) 当所述流态食物产品流动通过所述产品流动空腔时,使所述流态食物产品暴露于所产生的辐射能量的实际剂量(D_A),其中所述 D_A 处于或超过期望的剂量(D_D),所述期望的剂量足够有效地减少所述一种或多种生物污染物或病原体的水平;

其中选择所述预定的功率以使当所述流态食物产品以预定流速流动通过所述产品流动空腔时,所述辐射能量的理论剂量(D_T)被传递到所述流态食物产品,其中所述 D_T 等于所述 D_D 乘以保险因数(SF);和

其中所述 SF 小于大约 3.0。

29. 一种辐照流态食物产品的方法,其包含:

提供一种设备,其包含辐射源和第一壁,其中所述第一壁具有限定凸面的部分圆柱形或部分球形的可透射部分,其中所述可透射部分透射由所述辐射源发射的辐射能量,并且其中所述辐射源被置于所述第一壁的与所述凸面相对的一侧;

使流态食物产品流动到所述第一壁的凸面上;并且

将所述流态产品暴露于由所述辐射源发射的辐射能量,所述辐射能量由所述辐射源发射,通过所述第一壁,并与所述流态食物产品接触。

30. 由权利要求 25、权利要求 28 或权利要求 29 所述的方法处理的流态食物产品。

用于流态食物产品的辐射处理的设备和方法

[0001] 本申请是申请日为 2006 年 2 月 8 日、申请号为 200680004560.8、发明名称为“用于流态食物产品的辐射处理的设备和方法”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明通常涉及食物产品辐射领域,并且特别地涉及流态食物产品辐射的领域,以减少生物污染物或病原体的水平。

背景技术

[0003] 许多被制备用于人和 / 或动物消费的食物产品含有不希望的并且潜在地是危险的生物污染物或病原体,例如微生物、病毒、细菌(包括细胞间和细胞内的细菌,例如支原体、脲原体、纳米菌、衣原体、立克次氏体)、酵母、霉菌、真菌、朊病毒或类似的物质。因此,在所述食物产品被使用前减除这些生物污染物或病原体的活性是非常重要的。当所述物质被施予到婴儿或被施予到患有免疫缺陷疾病或处于免疫力削弱状态的病人时,这点尤为重要。

[0004] 当前使用两种技术来减少在粉末食物产品中生物污染物或病原体的水平,其为:(1) 将所述食物产品暴露于气态形式的化学试剂;和(2) 辐射所述食物产品。已经发现用气态的化学试剂处理食物产品可能对所述食物的最终质量有不利影响,并且,在有些情况下,甚至可能对所述食物产品造成污染。结果,目前在行业上集中于辐射食物产品以减少生物污染物和病原体水平的方法。

[0005] 多年以来,用于食物消毒的辐照技术已被系统地加以了解,可以追溯到 1940 年代。对于食物安全和有效的医疗消毒的日益增长的关注最近导致了对用于食品加工的辐照技术的扩大的政府规章核准。因为辐照经证明是减少有害的生物污染物和 / 或病原体数目的有效手段,美国政府管理机构已经批准了多种食物辐照方法的使用。

[0006] 用于辐照食品加工的三个已被批准的离子辐射源是:(1) γ 射线(典型地由钴或铯的放射性同位素形成);(2) x-射线;和(3) 加速的电子束(即, e^- 束)。关于 x-射线和电子束,美国政府已经指定了用于食品辐照容许能量的最大值。通过维持所述能量等于或低于所述指定最高能量水平,可以实现所述食物产品的有效辐照,而不会引起周围材料变为放射性以及不会破坏所述食物产品的有益特征 / 性能。目前建立的对于 x-射线以及电子束的容许能量的最大值分别为 5 兆电子伏特(MeV) 和 10MeV。

[0007] 尽管使用 γ 源辐射用于食品辐照目的是简单和有效的,其操作、运输、存储和使用是昂贵和危险的。相比较而言,电子束和 x 射线辐照方法要求相对小的装置和屏蔽物,可以被引入生产线路附近,并且可以按需要而被打开和关闭。基于这些原因,电子束和 x 射线辐照已经成为用于食物产品辐照优选的技术。

[0008] 由电子束提供的离子辐射是以电子的形式。至于 x-射线,所述离子辐射典型地由光子提供。因为光子没有质量,由 x 射线源产生的光子能够深入地穿透进入材料。然而,因为电子具有小的质量,在电子束方法中所提供的电子已经更有限的穿透深度。

[0009] 现有的电子束和 x 射线辐照系统使用电子加速器来发射高速电子直接地用于辐照,或者使高速电子与金属转换板碰撞,所述金属转换板将会引起 x-射线的发射。在过去的几十年间已经发展了许多电子加速技术,包括静电加速、真空泵吸柱状加速器以及直线加速器。

[0010] 在过去的十年中,为了发展可以在工业装置中安全和有效地辐射食物产品的系统和方法,进行了大量的努力。然而,在工业的装置中,存在许多相互竞争的目标,例如:(1)使所述食物产品处理能力最大化;(2)保证所述食物产品辐照的有效和安全水平;(3)最小化与所述辐射方法有关的成本;和(4)在射线辐照下保护人员。

[0011] 为了保护工作人员不受射线辐照,食品辐照经常在密封区域内进行,其对所述辐射进行有效地容纳。通过将所述辐射源与用于输送食物的自动化装置相合并,从而消除了人的直接干预以及相关的停机和启动次数,现有的系统实现了这些目标。因此,食品辐照的大规模应用需要一种设备和方法,以向所述辐射装置输送大量食物,而不用人的直接干预,并且其是基于连续过程的。

[0012] 已经发展了许多辐照系统用于食物产品的工业辐照方法。此类系统的例子被公开于美国专利 No. 6,653,641, (Lyons 等); 美国专利 6,096,379, (Eckhoff); 美国专利 5,008,550, (Barrett); 和美国专利申请公开 No. 2002/0162971, (Koeneck 等)。然而,现有食品辐照系统还有许多缺点,特别是当用于处理流态的食物产品时。

[0013] 由于流态食物产品在传送带上的移位,传送带型辐照处理系统或者不能处理某些流态的产品,例如液体气体,或者不能有效地使所述流态食物产品暴露于充分和/或一致的辐射剂量。当流态的食物产品,例如粉末和颗粒材料,位于用于辐照处理的传送带型系统上时,所述传送带的速度和/或方向的改变引起所述流态的食物产品移位,导致在辐射暴露期间所述食物产品具有不一致的深度。所述流态食物产品深度的变化影响了流态食物产品所接受的实际辐射剂量,特别是在其中穿透深度有限的电子束处理期间。例如,增大所述流态食物产品的深度会导致所述辐射不能穿透所述流态食物产品并充分地辐射邻近于所述传送带的流态食物产品。结果,同样的食物产品可能被迫经受许多次的辐射能量。这会不利地影响产品处理能力。

[0014] 现有辐射处理系统对流态食物产品所接收的实际辐射剂量的不一致性进行了补偿,其是通过以增大的功率或剂量水平来施加辐射能量以保证全部所述流态食物产品实际上接收了充分剂量的辐射。典型地,这些增大的功率或剂量水平的数量比在理论上向所述流态产品输送充分剂量的辐射能量的目标功率或剂量水平大 2-5 倍。换句话说,所述辐射能量是在理论上充分的目标功率或剂量上再乘以 2-5 的保险因数。更大的功率和剂量水平导致增加的能量消耗、增加的加工成本、以及在有些情况下,对所述流态食物产品的不希望的加热。

[0015] 现有辐射处理系统的另外一个缺点是它们典型地使用线状的辐照室。然而,典型的辐射源是以辐射图案来产生辐射能量的。这样,当所述食物产品通过这些线状的辐照室时,所述辐射能量只在短的周期以法向角度透过所述食物产品。这导致向所述食物产品的辐射能量传递小于最佳,导致增加功率量来实现充分的辐射剂量暴露。

发明内容

[0016] 因此,本发明的一个目的是提供用于辐照流态食物产品的设备、系统和方法。

[0017] 本发明的另一个目的是以更高效的和 / 或有经济效益的方式提供用于辐照流态食物产品的设备、系统和方法。

[0018] 本发明的又一个目的是提供用于辐照流态食物产品的设备、系统和方法,其将会提高处理能力。

[0019] 本发明的另外一个目的是提供用于辐照流态食物产品的设备、系统和方法,其可靠地将所述流态食物产品暴露于至少期望的的辐射剂量。

[0020] 本发明的另一个目的是提供用于辐照流态粮食的设备、系统和方法,其在维持处理能力的同时减少能量消耗。

[0021] 本发明的另一个目的是提供用于辐照流态粮食的设备、系统和方法,其要求降低的保险因数,但仍然保证期望的辐射剂量被传递到流态食物产品。

[0022] 本发明包括可以满足这些以及其它目的的设备和方法。本发明在一个方面包括一种用于流态食物产品辐射处理的设备,其包含:辐射源;具有凸面的第一壁,所述第一壁透射由所述辐射源产生的辐射能;第二壁,其具有与所述第一壁的凸面相对的表面,从而在其间形成产品流动空腔;进口,其形成进入所述产品流动空腔的通路;出口,其形成由所述产品流动空腔出来的通路;并且其中所述第一壁被置于所述辐射源和所述产品流动空腔之间,以便当所述辐射源发射辐射能量时,所述辐射能量通过所述第一壁并进入所述产品流动空腔之内。在一些实施方式中,优选所述第二壁与第一壁的凸面相对的表面是凹面。

[0023] 在另一个方面中,本发明提供了一种流态食物产品处理系统,其包含如上所述的设备和一种或多种流态食物产品。

[0024] 在又一个方面,本发明提供了一种用于辐照流态食物产品的方法,其包含:提供包含辐射源、具有凸面的第一壁、和具有表面的第二壁的设备,其中所述第二壁的表面与所述第一壁的凸面相对,从而在其间形成产品流动空腔,其中所述第一壁透射由所述辐射源发射的辐射能量,并且其中所述第一壁被置于所述辐射源和产品流动空腔在之间;经由到产品流动空腔的进口,将流态食物产品引入所述产品流动空腔;使所述流态食物产品流动通过所述产品流动空腔;和将所述流态产品暴露于由所述辐射源发射的辐射能量,所述辐射能量由所述辐射源发射,通过所述第一壁进入所述产品流动空腔,并与移动通过所述产品流动空腔的所述流态食物产品接触。

[0025] 在另外一个方面,本发明提供了一种辐照流态食物产品的方法,其包含:提供一种设备,包含辐射源和具有凸面的第一壁,其中所述第一壁透射由所述辐射源发射的辐射能量,并且其中所述辐射源被置于所述第一壁与所述凸面相对的一侧;使流态食物产品流动到所述第一壁的凸面上;并且将所述流态产品暴露于由所述辐射源发射的辐射能量,所述辐射能量由所述辐射源发射,通过所述第一壁,并与所述流态食物产品接触。

[0026] 在另一个方面,本发明提供了一种辐照流态食物产品以减少一种或多种生物污染物或病原体水平的方法,所述方法包含:(a) 使具有一种或多种生物污染物或病原体的流态食物产品以预定的流速流动通过产品流动空腔;(b) 以预定的功率和预定的能量水平产生辐射能量;(c) 当所述流态食物产品流动通过所述产品流动空腔时,使所述流态食物产品暴露于所产生的辐射能量的实际剂量(D_A),其中所述 D_A 处于或超过期望的剂量,所述期望的剂量足够有效地减少所述一种或多种生物污染物或病原体的水平;其中选择所述预

定的功率,使得当所述流态食物产品以预定流速流动通过所述产品流动空腔时,所述辐射能量的理论剂量 (D_t) 被传递到所述流态食物产品,其中所述 D_t 等于所述 D_A 乘以保险因数 (SF);和其中所述 SF 小于大约 3.0。优选地所述 SF 小于 1.8,以及最优选地小于 1.2。

[0027] 在另外一个方面,本发明提供了由以上所描述的任何方法处理的流态食物产品。

附图说明

[0028] 图 1 是根据本发明一个实施方案的食品辐照系统的示意图。

[0029] 图 2 是根据本发明的辐照室的第一实施方案的后方透视图。

[0030] 图 3 是图 2 辐照室的正面透视图。

[0031] 图 4 是图 2 的辐照室沿剖面线 IV-IV 的剖视图。

[0032] 图 5 是根据本发明辐照室的第二实施方案的后方透视图。

[0033] 图 6 是根据本发明一个实施方案从图 5 的辐照室上去掉的部分球形可透射部分的后方透视图。

[0034] 图 7 是图 5 的辐照室沿剖面线 VII-VII 的剖视图。

[0035] 图 8 是根据本发明辐照室的第三实施方案的剖面图。

[0036] 图 9 是描述根据本发明一个实施方案辐射粉末婴儿配制食品的方法的流程图。

[0037] 图 10 是说明根据本发明一个实施方案的剂量映象样品的样品容器和位置的示意图,其用于实验以测定电子束辐射对在脱脂奶粉中的阪崎肠杆菌的作用。

[0038] 图 11 是在不同的光的波长下,吸收的 / 实际的剂量对比于比吸光度的图表。

[0039] 图 12 描述了在实验期间被用来计算菌落形成单位的数目的标准板。

[0040] 图 13 是比较相对于阪崎肠杆菌的实际剂量水平的实验数据图表。

具体实施方式

[0041] 辐照系统

[0042] 参照图 1,说明了根据本发明的一个实施方案的辐照系统 100。所述辐照系统 100 特别地被用来辐照流态食物产品,其有效地和高效地用于批量 / 工业处理。如在本文中使用,术语流态食物产品是指任何食物产品,其在被处理时可以是流动的,特别地包括但不限于液体、气体、糊状物、粉末、颗粒材料(其包括散装的被处理的小物体,例如丸粒)、凝胶、高度延展性材料,等等。术语食物包括经口或者经静脉消耗的材料。然而,本发明不局限应用于流态食物产品。所述辐照系统 100 包含流态食物产品源 10、辐照室 20、辐射源 30、控制阀 40、真空泵 50、包装机 60、中央处理器(CPU) 70、和辐射传感器 80、以及用户界面 90。

[0043] 所述流态食物产品源 10 可以是贮料斗、槽、料仓、箱、储罐、传送带、或任何其它装置,或者是可用于保持、存储、和 / 或运输流态食物产品的空间。所述流态食物产品源 10 经由供应线路 15 而被流动地连接到所述辐照室 20 的进口。所述辐照室 20 的出口经由出口线路 25 被流动地连接到包装机 60。这样,形成从所述源 10 到包装机 60 的产品流动路径,以促进流态食物产品的辐照处理。所述产品流动路径从所述流态食物产品源 10 延伸,通过辐照室 20,并延伸到包装机 60。所述控制阀 40 和真空泵 50 被可操作地串联连接到所述出口线路 25。当以下做更详细地论述时,所述真空泵 50,当在激活状态时,通过产生真空差异而促进所述流态食物产品沿着所述产品流动路径流动。所述流态食物产品沿着所述产品流

动路径流动的速率由控制阀 40 控制,其优选是可调节的阀门。

[0044] 所述供应线路 15 和出口线路 25 可以是管道、导管等等。供应线路 15 和出口线路 25 可以由任何适当的材料构成,包括经管理机构如 FDA、USDA 等批准的金属、合金、塑料、聚合物,或者任何其它被安全地用作对电子束长时间暴露以及对要被负载于其中的所述流态食物产品运输的材料。优选地,所述供应线路 15 和出口线路 25 以及所述辐照室 20 的内表面是光滑的,从而不会显著地阻碍所述流态食物产品在其中的流动。

[0045] 供应线路 15 以及出口线路 25 可被以各种方式而流动地连接到所述辐照系统 100 的不同的部件,包括焊接、粘合、捆绑、螺纹连接与密封带相结合、卡箍连接、以及压缩 O 形圈连接。所述流体连接的完整水平(即密封性质)由要流动通过所述辐照系统 100 的流态食物产品的类型所决定。例如,如果要被处理的流态食物产品是液体或者气体,则所述流体连接全部必须被可靠地密封。然而,如果要被处理的流态食物产品是粒状的食物产品,则所述流体连接自然不必是密封的。尽管如此,当真空泵,例如真空泵 50 被使用以产生所述流态食物产品沿着所述产品流动路径的流动时,全部流体连接应该被充分可靠地密封,以便承受所述真空泵的运行真空。

[0046] 所述辐射源 30 被置于所述辐照室 20 之外,但是在外壳 110 之内。从所述辐射源发射的辐射能量类型将取决于所使用的辐射源的类型。所述辐射源可以是被批准用于辐射食物产品的任何类型的辐射源,包括 γ 辐射源、x-射线源、或者电子束的源。所述辐照系统 100 所使用辐射能量的确切类型取决于被处理的流态食物产品的类型、政府规章、设计规范、工业标准、辐照室 20 相对于工作人员工作区域及其他食品加工设备的位置、用户偏爱性、以及对于辐照所述流态食物产品的目的。

[0047] 对于电子束,所述辐射可以使用磁场引导通过真空越过任何距离而被传送到所述辐照室 20。然后将通过使用电磁装置摇摆所述电子束而使所述辐射被分布在所述食物产品上。所述电磁装置适于摇摆所述电子束的源。源-束摇摆装置 30 被置于离所述辐照室 20 第一壁 21 的一段距离内,优选地在 1 米到 5 米范围内。所述辐射摇摆源 30 将辐射能量(用虚线的箭头 31 表示)分布在辐射的图案中。

[0048] γ 辐射源包括但不限于钴或铯的放射性同位素。电子束的源包括加热的钨或铂或其它高熔点的重金属。x-射线是当电子束穿透重金属时而产生。不论所结合辐射源的类型是 γ 射线、电子束、x 射线、或者其它,所述辐射源 30 可被配置以在球形、部分球形、圆柱形、或部分圆柱形辐射的图案内发射辐射能量。所述期望的辐射图案将由所述辐照室 20 的设计而被确定。这将根据图 2-8 在以下被更详细地论述。

[0049] 所述辐照室 20 包含第一壁 21 和第二壁 22。所述第一壁 21 和第二壁 22 在其间形成产品流动空腔 29。所述产品流动空腔 29 形成从流态食物产品源 10 到包装机 60 的产品流动路径的一部分。所述第一壁 21 的至少一部分能够透射由所述辐射源 30 所发射的辐射能量 31 的一部分。优选地,所述第一壁 21 的透射部分基本没有能量损失地从中传递所述辐射能量 31 (即,所述第一壁 21 的透射部分对于所述辐射能量 31 基本上是透明的)。

[0050] 结构材料、厚度和由辐射源 30 发射的辐射能量 31 的类型都是可以影响所述第一壁 21 的透射的特性的因素。用于构造所述第一壁 21 的透射部分的合适材料包括但不限于石英、玻璃、塑料、聚合物、薄的金属或合金。所述第一壁 21 的透射部分的优选厚度将由所述结构材料和要被传递的辐射能量 31 的类型所确定。尽管所述第一壁 21 透射部分的厚度

由基于具体情况而确定,但所述第一壁 21 的透射部分应该足够刚性,以在处理期间的真空和所述流态食物产品施加的负载下保持其形状。

[0051] 所述第二壁 22 可以被构造从而使其透射或不透射所述辐射能量 31。优选地,所述第二壁不能显著地透射所述辐射能量 31。如所述第一壁 21 一样,所述第二壁 22 的结构材料、所述第二壁 22 的厚度、以及由所述辐射源 30 发射的辐射能量 31 的类型都是可能影响所述第二壁 22 是否透射所述辐射能量 31 的因素。用于构造所述第二壁 32 的适合材料包括但不限于水泥、石英、玻璃、塑料、纸板、纸、聚合物、薄的金属或合金。

[0052] 在一些实施方案中,可以在所述第二壁 22 的相对侧增加的一个第三壁(未示出)。所述第三壁可以被构造从而使其透射或不透射所述辐射能量 31。优选地,所述第三壁不能显著地透射所述辐射能量 31。正如所述第一壁一样,所述第三壁的结构材料、所述第三壁的厚度、以及由所述辐射源 30 发射的辐射能量 31 的类型都是可能影响所述第三壁是否透射所述辐射能量 31 的因素。用于构造所述第三壁 32 的适合材料包括但不限于水泥、铅、钢、其它重金属。所述第三壁与所述第二壁 22 形成了一个额外的空腔。这个额外的空腔可以被用于 / 适于盛载热 - 交换液体如水。所述热交换液体用来抑制由可能从所述第一和第二壁 21、22 逸散出来的剩余能量产生的热。

[0053] 所述辐射源 30 与所述第一壁 21 校准,从而使由所述辐射源 30 发射的辐射能量通过所述第一壁 21 的透射部分,并进入所述辐照室 20 的产品流动空腔 29 内。这样,当所述辐射源 30 发射辐射能量 31 并且流态食物产品通过所述产品流动空腔 29 时,所述流态食物产品暴露于所述辐射能量 31。可以通过调整所述流态食物产品通过所述产品流动空腔 29 的流动速率、所述产品流动空腔 29 的深度和 / 或所述辐射能量 31 的功率而对所述流态食物产品所暴露的辐射能量 31 的剂量进行精确控制。调整控制阀 40 和 / 或真空泵 50 可以控制所述流态食物产品的流动速率。

[0054] CPU70 与真空泵 50、控制阀 40、辐射源 30、辐射传感器 80、和用于通讯的用户界面 90 可操作地电连接。所述 CPU70 为适合的基于微处理器的可编程序逻辑控制器、个人电脑等等,其用于过程控制并优选地包括不同的输入端 / 输出端,用于提供到所述辐照系统 100 的不同的部件 30、40、50、80、90 (其可能需要被控制和 / 或通信) 的连接。

[0055] 所述 CPU70 也优选地包含足够的存储以存储工艺配方、参数及其他资料,例如目标辐射剂量、流速、处理时间、处理条件、运行功率水平等。所述 CPU70 可以与所述辐照系统 100 的不同部件的任一和全部进行通讯,其被可操作地连接以自动调整工艺操作条件,例如流速、辐射能量水平、辐射功率水平、真空泵激活等等,以实现期望的条件。所述 CPU70 被编程来从所述辐射传感器 80 接收数据信号、分析所述数据信号、以及制订适当的调节来实现用于所述被处理的流态食物产品的期望辐射剂量。所使用控制器的类型取决于其所结合的系统的确切需求。

[0056] 在辐照系统 100 的典型操作期间,操作员经由用户界面 90 输入系统激活信号,所述用户界面可以是键盘、鼠标、触摸激活显示屏等。尽管未说明,可以提供显示组件,其可操作地与所述 CPU70 结合,从而使操作员可以看到所制订选项。所述系统激活信号可以包括激活和处理指示以及参数。一旦所述系统激活信号通过用户界面 90 建立,其将被送到 CPU70 用于分析和处理。在收到所述系统激活信号后,CPU70 从存储器中检索所存储的工艺参数,所述工艺参数对应于嵌入系统激活信号的指示。

[0057] 一旦所述工艺参数从所述存储器中被检索到,所述 CPU70 将会针对相应于所述存储的工艺参数的每个装置,建立并传递适当的激活 / 控制信号到真空泵 50、辐射源 30 和控制阀 40。当从所述 CPU70 收到激活信号后,所述辐射源 30 将以预定的能量水平和预定的功率水平发射辐射能量 31。当所述辐射源是电子束或 x- 射线的源时,需要通过供给电源来激活所述辐射源 30。当辐射源 30 是 γ 辐射源时,这可以通过降低屏蔽墙或将其移到非阻挡的位置而实现。

[0058] 在从所述 CPU70 收到所述激活信号后,所述真空泵 50 被激活。一旦激活,所述真空泵 50 推动流态食物产品从源 10 流动通过产品流动空腔 29,其中暴露于辐射能量 31,并且进入包装机 60。与此同时,CPU70 也根据需要通过适当的电信号来调整控制阀 40,以维持所述流态食物产品的预定流动速率。

[0059] 在运行期间,辐射传感器 80,其在一些实施方案中可以为辐射功率传感器,连续地测量到达其上的辐射能量 31 的功率。所述辐射传感器 80 建立信号指示了测量辐射功率,并且将所述信号传递到 CPU70,用于分析和处理。所述辐射传感器 80 可以嵌入、固定、或置于所述第二壁 22 的内表面上或在其附近。

[0060] 通过得知所述流态食物产品通过产品流动空腔 23 的(体积或质量)流动速率、所述流态食物产品的密度、所述产品流动空腔 23 的体积、以及所述流态食物产品所暴露的辐射能量 31 的功率(其通过辐射传感器 80 提供),所述 CPU70 可以近似估计出辐射能量 31 对流态食物产品暴露的实际剂量。然后 CPU70 可以将所述估计的实际剂量与期望的剂量进行比较。如果所述估计的实际剂量不等于或大于所述期望的剂量,CPU70 可以对真空泵 50、控制阀 40 和 / 或辐射源 30 制订必要的调节直到所述估计的实际剂量等于或大于所述期望的剂量。

[0061] 包装机 60 可以是任何能够包装经过系统 100 辐照的流态食物产品的装置或机器。通过直接在处理设备链中提供包装机 60,所述流态食物产品可以在被再感染或再污染前被包装和 / 或密封。所使用的包装机 60 的类型由被辐照流态食物产品的类型所决定,但可以包括,例如,瓶子或纸箱装填机、用于帮助包装的传送系统、打包机、和形成并填充小袋包装的机器。

[0062] 辐照室 20、辐射源 30、控制阀 40 和真空泵 50 可以位于外壳 110 之内。所述外壳 110 的设计,包括厚度和构成所述外壳 110 的材料,由许多因素确定,包括但不限于,辐照系统 100 中结合的辐射源 30 的类型、食品加工设备内的空间限制、以及所期望的处理能力。例如,如果所述辐射源 30 发射 γ 辐射,从所述 γ 辐射屏蔽周围环境将是主要的考虑因素。在这一情况下,外壳 110 将由适合的材料构成,所述材料具有的厚度将环境从由辐射源 30 发射的 γ 辐射屏蔽。用于容纳 γ 辐射源的典型材料包括铅、钢、水泥、和其组合。然而,如果所述辐射源 30 发射穿透性更小的辐射类型,例如 x- 射线或电子束,由于 x- 射线和电子束不能显著地穿透致密材料,所述外壳 110 不必提供很大的屏蔽效应。尽管如此,在一些实施方案中,其仍然必须被提供。

[0063] 尽管所述辐照系统 100 被图示为具有在外壳 110 之内的辐照室 20、辐射源 30、控制阀 40、和真空泵 50,这些元件的任何数量或全部也可能位于所述外壳 110 之外。

[0064] 辐照室

[0065] 在图 2-8 中,公开了适于在图 1 的辐照系统 100 中使用的辐照室的三个实施方案。

应当指出尽管以下详细描述了辐照室的三个实施方案,对于本领域技术人员来说,所述图示辐照室的各种其它实施方案、替代以及变体也是显而易见的。

[0066] 在图 2-4 中,图示了根据本发明第一实施方案的辐照室 20A。具体地参考图 2 和 3,辐照室 20A 包含第一壁 21A、第二壁 22A 和侧壁 23A、24A。所述辐照室 20A 包含进气管部分 25A、辐照导管部分 26A 和排气管部分 27A。

[0067] 第一壁 21A 包含透射部分 28A。所述透射部分 28A 在形状上是部分圆柱形,并且具体地是半圆柱。如在本文中使用,术语部分圆柱形不局限于半圆柱,但是包括圆柱的任何有棱的分切部分。所述透射部分 28A 被大致定位在中心轴 A-A。当所述辐照室 20A 被结合进辐照系统,例如图 1 的系统 100 用于流态食品加工时,所述辐射源大概沿着或贴近所述中心轴 A-A 被放置。用这样的方式,由所述辐射源发射的辐射能量将以圆柱形的辐射图案被发射并且通过所述第一壁 21A 的透射部分 28A。例如,如果所述辐射源是电子束的源,一个被适当地配置的扫描号角被定向,从而使其电子束发射部分基本上沿着所述中心轴 A-A。

[0068] 图 4 显示了辐照室 20A 沿着剖面线 IV-IV 的侧面剖视图。在这个视角中,中心轴 A-A 只被观察为点 A。第一壁 21A、第二壁 22A 以及侧壁 23A、24A 形成了在其间的产品流动空腔 29A。在所述辐照室 20A 顶部的进口 30A 形成了进入产品流动空腔 29A 的通路。所述辐照室 20A 底部的出口 31A 形成了从产品流动空腔 29A 出来的通路。当所述辐照室 20A 被结合进辐照系统时,产品流动空腔 29A 形成了如上面图 1 所详细描述的产品流动路径的一部分。如粗箭头所指示,流态食物产品可以经由所述进口 30A 流入所述产品流动空腔 29A,并且经由出口 31A 流出所述产品流动空腔 29A。

[0069] 如上所述,所述第一壁 21A 的透射部分 28A 能透射由所述辐射源产生的辐射能量。所述第一壁 21A 的透射部分 28A 可以通过粘合、栓定、螺旋、焊接等被固定到位。尽管所述透射部分 28A 被图示为由不同的材料所构造,并且作为第一壁 21A 的剩余部分的构件,但整个第一壁 21A 可以被构造为同样的透射材料,作为部分 28A 和 / 或可以作为整体的单一片而被形成。另外,如果合意的话,所述辐照室 20A 可被构造为没有进口和出口管部分 25A、27A。

[0070] 所述第一壁 21A 的透射部分 28A 包含凸出的内表面 32A 和外表面 33A。尽管在图中外表面 33A 是凹面的,所述外表面 33A 可以具有任何形状。所述凸出的内表面 32A 可以由多个大体拱形的平面片段形成,或者可以是单个的光滑拱形表面。所述凸出的内表面 32A 可以具有恒定曲率或变化曲率。优选地,所述第一壁 21A 的凸出内表面 32A 的全部点基本上与所述中心轴 A-A 在法向的辐射方向上是等距的。

[0071] 类似于所述第一壁 21A 的透射部分 28A,所述第二壁 22A 与所述第一壁 21A 的透射部分 28A 相对的部分在形状上大致是部分圆柱形。所述第二壁 22A 的这个部分具有凹面的内表面 34A 和外表面 35A。尽管在图中外表面 35A 是凸出的,所述外表面 35A 可以具有任何形状。所述第二壁 22A 凹面的内表面 34A 可以由多个大体拱形的平面片段形成,或者由单个的光滑拱形表面形成。所述凹面的内表面 34A 可以具有恒定曲率或变化曲率。

[0072] 所述第一壁 21A 的透射部分 28A 的凸出内表面 32A 与所述第二壁 22A 的凹面内表面 34A 相对,从而在其间形成产品流动空腔 29A。在所述辐照室 20A 不含有进口和出口管部分 25A、27A 的实施方案中,所述产品流动空腔 29A 的全部在所述第一壁 21A 的凸出内表面 32A 和所述第二壁 22A 的凹面内表面 34A 之间形成。

[0073] 所述第二壁 22A 的凹面内表面 34A 与所述第一壁 21A 透射部分 28A 的凸出内表面 32A 是大致同心的。结果,所述产品流动空腔 29A 具有恒定的深度 D。所述产品流动空腔 29A 的深度 D 被定义为从所述基本上凸出的内表面 32A 到第二壁 22A 的凹面内表面 34A 的垂直距离。在一个实施方案中,其中电子束被用来辐照所述流态食物产品,所述产品流动空腔 29A 的深度 D 优选是大约 1 英尺(0.3048 米)或更少,并且最优选是大约 3 英寸(0.0762 米)或更少。通过形成所述产品流动空腔 29A 从而使其具有基本上恒定的深度 D,对在其中流动的流态食物产品所暴露的辐射能量剂量更为均匀,可被更精确地控制,并且需要更低的安全系数以保证足够的实际剂量递送。

[0074] 所述辐照室 20A 可以被构造从而使所述产品流动空腔 29A 的深度 D 可以被调整,以改变处理能力或施加到所述流态食物产品的能量等级。可以通过构造所述室从而使所述第一壁 21A 和 / 或所述第二壁 22A 为可活动的来实现这一点。例如,所述第一壁 21A 和 / 或所述第二壁 22A 可以与液压的活塞或千斤顶相结合,slidably 达到固定的壁,或者可以被构造为其中第一壁为固定的且第二壁可以被拆除的系统,其中被拆除的第二壁选择被带有可变尺寸和直径的多个第二壁代替,以适合所述被处理食物产品的某些流动条件和流变学。在另一个实施方案中所述第二壁 22A 可以被可膨胀的可重复使用或可任意处理的材料来构造,例如天然橡胶、增强的布料、经许可的合成弹性体等等。所述第一壁 21A 和 / 或第二壁 22A 可以被用如下的方式来移动 / 扩展:所述产品流动空腔 29A 的深度 D 被增加 / 减少,但是其余部分在其长度范围上基本恒定。

[0075] 辐射传感器 80A 被嵌入到所述第一壁 21A 和 / 或第二壁 22A,用于测量在所述产品流动空腔 29A 中辐射能量的特征。所述辐射传感器 80A 可以是用于测量辐射能量功率的传感器、用于测量选定时间周期中辐射能量剂量的剂量计、离子化室、闪烁计数器、或者固态探测器。所述辐射传感器 80A 并不局限于嵌入所述第一和 / 或第二壁 22A,但是其可以被置于第一和 / 或第二壁 22A 上或在其附近的任何地方,或者被固定到第一和 / 或第二壁 22A 的本身,只要所述辐射传感器 80 的位置使得其可以测量在所述产品流动空腔 29A 内的辐射能量的一种或多种特征。

[0076] 现在参考图 5-7,其中显示了可以被结合进图 1 的辐照系统 100 的辐照室 20B 的第二实施方案。所述辐照室 20B 类似于图 2-4 的辐照室 20A。辐照室 20B 的部件相应于辐照室 20A 的部件而被编号,不同的只是用字母“B”代替字母“A”。由于本领域技术人员能够理解一般特征 / 部件的适用性,以下只对辐照室 20B 中不同于辐照室 20A 的特征 / 部件做详细地讨论。

[0077] 图 5 是所述辐照室 20B 的透视图。所述第一壁 21B 包含透射部分 28B。所述透射部分 28B 的形状大致是部分球形,并且具体地为半球形(见图 6)。如在本文中使用的,术语部分球形并不局限于半球形,其包括球形的任何局部。所述第一壁 21B 的透射部分 28B 被取向于约一个中心点 B。当所述辐照室 20B 被结合进辐照系统时,例如图 1 的系统 100,用于流态食品加工,所述辐射源被置于所述中心点 B 上或在其附近。用这样的方式,由辐射源发射的辐射能量将在部分球形图案里被发射,通过所述第一壁 21B 的透射部分 28B。在一个实施方案中,适当配置的扫描号角可以被定向,从而使其电子束发射部分基本上在所述中心点 B 上或在其附近。

[0078] 参照图 6,图示了所述第一壁 21B 的透射部分 28B,其被从所述辐照室 20B 中去除,

从而使其形状全部可见。所述透射部分 28B 的凸出内表面 32B 是在两个方向上曲率大致恒定的平滑球面。然而,所述透射部分 28B 的凸出内表面 32B 可以由多个平面的片段而形成,其形成了大体上的球形。所述凸出的内表面 32B 可以具有恒定曲率或变化曲率。最优选地,所述凸出内表面 32B 的全部点基本上与所述中心点 B 是等距的。

[0079] 图 7 是辐照室 20B 沿着剖面线 VII-VII 的侧面剖视图。与图 2 的辐照室 20A 不同,所述辐照室 20B 的进口和出口管部分 25B、27B 不具有基本上恒定的横截面。

[0080] 所述第二壁 22B 与所述第一壁 21B 透射部分 28B 相对的部分在形状上大致为部分球形。所述第二壁 22B 的这个部分具有基本上凹面的内表面 34B 和外表面 35B。该部分的所述外表面 35B 是凸出的,但是可以呈任何期望的形状。在所述第一壁 21B 的凸出内表面 32B 和所述第二壁 22B 的凹面内表面 34B 之间形成产品流动空腔 29B。因为所述第二壁 22B 的凹面内表面与所述第一壁 21B 的凸出内表面 32B 大致是同心的,因此所述产品流动空腔 29B 具有基本上恒定的深度 D。

[0081] 现在参考图 8,其图示了结合进图 1 辐照系统 100 的辐照室 20C 的第三实施方案。辐照室 20C 类似于图 2-7 的辐照室 20A、20B。辐照室 20C 的部件相应于辐照室 20A、20B 的部件而被编号,不同的只是用字母“C”代替字母“A”或“B”。由于本领域技术人员能够理解一般特征 / 部件的适用性,以下只对辐照室 20C 中不同于辐照室 20A、20B 的特征 / 部件做详细地讨论。

[0082] 图 8 是辐照室 20C 的侧面剖视图。所述辐照室 20C 的透射部分 28C 其形状与图 6 所示的透射部分 28B 相同。辐照室 20C 的透射部分 28C 形成所述第一壁 21C 的全部。所述透射部分 28C 具有半球形式的凸出内表面 32C 和外表面 33C。所述凸出内表面 32C 的全部点基本上与所述中心点 C 是等距的。所述辐照室 20C 的第二壁 22C 包括凹面内表面 34C 和外表面 35C。

[0083] 所述第二壁 22C 的凹面内表面 34C 与所述透射部分 28C 的凹面内表面 32C 相对,从而在其间形成产品流动空腔 29C。因为所述第二壁 22C 的凹面 34C 与所述透射部分 28C 的凸出内表面 32C 大致是同心的,所以所述产品流动空腔 29C 具有基本上恒定的深度 D。

[0084] 所述辐照室 20C 的进气管部分 25C 是 L- 形的。所述进口 30C 形成进入所述产品流动空腔 29C 顶部的通路,其中所述产品流动空腔直接位于所述透射部分 28C 之上。不同于辐照室 20A、20B,辐照室 20C 不具有出口管部分。替代地,出口 31C 形成直接进入所述产品流动空腔 29C 的通路。如果期望,所述进气管部分 25C 还可以被省略。

[0085] 当辐照室 20C 用来处理流态食物产品时,所述流态食物产品经由所述进口 30C 被引入产品流动空腔 29C。在进入所述产品流动空腔 29C 后,所述流态食物产品马上在其顶部附近接触所述凸面 32C 并且顺着所述凸出内表面 32 向各个方向展开,直到经由出口 31C 排出所述产品流动空腔 29C。

[0086] 尽管所述辐照室 30C 在图上被显示为具有部分球形的透射部分 28C,所述透射部分 28C 在形状上有可能是部分圆柱形,如上面所述的辐照室 20A 一样。在一个使用部分圆柱形透射部分的实施方案中,所述透射部分的凹面内表面将被定向于大约一个中心轴并且其与所述中心轴是等距的。

[0087] 在本发明的辐照处理应用 / 系统的一些实施方案中,所述第二壁与所述第一壁的凸面相对的表面不是凹面。而且,在其它实施方案里,根本不必提供第二壁。在这样的实施

方案中,所述流态食物产品被引入,其直接与所述第一壁的凸面接触并且被容许沿着所述凸面流动直到其散开。所述流态食物产品的流速以及所述凹面的半径被用来保证所述流态食物产品在与所述凸面接触时被暴露于足够的辐射能量剂量下。

[0088] 最后应当指出,尽管在图 2-8 中示出的所述辐照室的三个实施方案是垂直定向的,所述辐照室也可能被水平或者倾斜的取向,以用于加工处理。确切的取向将取决于处理需求、工业的空间限制以及用户偏爱性。

[0089] 辐照处理

[0090] 图 9 是根据本发明一个实施方案辐照流态食物产品的典型方法的高级流程图。所述的典型方法可以通过使用结合了图 2-9 所示辐照室 20A、20B、20C 中的任一项,或任何其它适当设计的辐照室的辐照系统而进行。仅仅为了便于描述,以下将就图 9 所述方法相对于图 1 中其中结合有图 2-4 所述辐照室 20A 的辐照系统 100 进行详细描述。为了便于进一步讨论,图 9 所述的处理与用电子束辐照粉末婴儿配制食品以减少 *Enterobacter sakazakii* (“阪崎肠杆菌”)的水平相结合而被描述。但是,本发明所述的方法并不局限于任何具体类型的流态食物产品、辐射源、辐照系统、或污染物辐照目的。

[0091] 在步骤 900,提供图 1 的辐照系统 100,其具有结合于其中的图 2-4 的辐照室 20A。供应线路 15 在一端与所述辐照室 20A 的进口 30A 流体连接,而在另一端与流态食物产品源 10 连接。类似地,所述出口线路 25 的一端与所述辐照室 20A 的出口 31A 流体连接,同时所述出口线路 25 的另一端与包装机 60 流体连接。所述流态食物产品源 10 是粉末婴儿配制食品的储罐,其含有不希望的水平生物污染物阪崎肠杆菌。所述辐射源 30 是电子束的源,例如扫描号角。辐射传感器 80 是适于到达传感器 80 的电子束功率水平的辐射功率传感器。CPU70 的存储介质具有用于以电子束辐照粉末婴儿配制食品的处理方法,包括全部必要的工作参数,例如期望的流速、电子束功率水平、电子束能量水平、用于真空泵 50 的操作真空度、期望的电子束剂量、以及从所述辐射传感器 80 计算和分析数据所必需的全部算法。

[0092] 一旦所述辐照系统 100 的设备被适当就位,操作员将向用户界面 90 输入某些数据,例如所述流态食物产品的类型,并激活所述辐照系统 100。所述用户界面 90 建立系统激活信号并将该系统激活信号传递到 CPU70。在收到所述系统激活信号之后,CPU70 从其存储媒体中检索已被存储的适当方法,以及建立和传递相应的激活/操作信号到真空泵 50、控制阀 40、和电子束源 30。

[0093] 在从 CPU70 收到接触信号之后,所述真空泵 50 被激活并且所述控制阀 40 被调整,从而使所述粉末婴儿配制食品从储罐 10 取出并以预定流速沿着产品流动路径而流动。尽管图示中所述流态食物产品通过系统 100 的流动是被泵所推进的,但应当注意所述流态食物产品的流动还可以被重力推进,并通过调整阀门 40 来加以控制,所述阀门 40 可以是在储罐 10 之后的叶片阀。在这样的实施方案中,本发明可以不使用泵。

[0094] 在激活真空泵 50 的同时,或在此之前,电子束源 30 也从 CPU70 接收激活/控制信号。结果,电子束源 30 被激活,从而以预定的功率水平和预定的能量水平发射电子束。所述预定的能量水平和预定的功率水平是两个被存储在 CPU70 的存储介质中的方法参数。所述预定能量水平,或至少是最高能量水平,可以由政府机构指定。在电子束的情况下,所述预定的能量水平将不超过大约 10MeV。这样,步骤 910 被完成。

[0095] 当所述粉末婴儿配制食品从储罐 10 取出后,真空泵 50 推动所述粉末婴儿配制食品流动通过供应线路 25,并经过进口 30A 进入辐照室 20A 的产品流动空腔 29A。在进入所述辐照室 20A 的产品流动空腔 29A 之后,所述粉末婴儿配制食品在所述第一壁 21A 透射部分 28A 的顶部附近接触所述凸出的内表面 32A,这样步骤 920 完成。

[0096] 真空泵 50 继续运行,所述粉末婴儿配制食品流动通过辐照室 20A 的产品流动空腔 29A 的长度直到其经过出口 31A 排出所述辐照室 20A。所述控制阀 40 被 CPU70 适当地设置,作为结果,所述粉末婴儿配制食品以预定的流速流动通过所述产品流动空腔 29A。所述预定的流速是存储在所述 CPU70 的存储介质中的方法参数之一。这样,步骤 930 完成。

[0097] 由电子束源 30 发射的电子束辐射通过所述第一壁 21A 的透射部分 28A 并进入所述辐照室 20A 的产品流动空腔 29A 内。这样,当所述粉末婴儿配制食品流动通过产品流动空腔 29A 时,所述粉末婴儿配制食品暴露于(即,由其辐照)所述电子束,完成步骤 940。

[0098] 选择所述粉末婴儿配制食品的预定流动速率和由电子束源 30 发射的电子束的功率水平,从而使得当所述粉末婴儿配制食品通过产品流动空腔 29A 时,其暴露于大于或等于电子束期望剂量(D_0)的电子束实际剂量(D_A)。选择所述粉末婴儿配制食品所暴露的电子束 D_0 ,从而其足以有效地减少所述阪崎肠杆菌的水平。在一个实施方案中,选择所述粉末婴儿配制食品所暴露的电子束 D_0 ,从而使其将阪崎肠杆菌的水平减少到小于最初的水平 10%。在该实施方案中,足够的 D_0 可以为 1.6 — 1.8 千戈瑞(kGy),并且最优选地为大约 1.69kGy。在另一个实施方案中,所述电子束的 D_0 被选择从而使其将所述阪崎肠杆菌的水平减少到小于最初水平的 1%。对于该实施方案来说,足够的电子束 D_0 可以为 3.2 — 3.6 千戈瑞(kGy),并且最优选为大约 3.4kGy。在其它实施方案中,选择所述粉末婴儿配制食品所暴露的电子束 D_0 从而使其将所述阪崎肠杆菌的水平减少到为最初水平的小于 0.1%、小于 0.01%、甚至小于 0.001%。

[0099] 运行所述辐照系统 100,从而令其保证所述粉末婴儿配制食品所暴露的电子束 D_A 大于或等于所述 D_0 。一个方法是设置所述电子束源 30 的预定功率水平和预定流动速率,从而使大量电子束被所述电子束源 30 所发射,其在理论上将导致所述粉末婴儿配制食品在通过所述产品流动空腔 29A 的同时被暴露于理论剂量(D_T)的电子束中。选择所述 D_T 从而使其大于所述 D_0 ,通过一个保险因数(SF),所述保险因数保证了所述 D_A 大于或等于所述 D_0 。所述 SF 可以小于或等于 2.0,优选地小于或等于 1.8 到 1.6,并且最优选小于或等于 1.2。

[0100] 每种材料都具有吸收一定量辐照能量的特征质量。为了确定每种要被处理产品的 DT,进行实验以了解所需能量的量以及所述产品的流速(其间接地设置了所述产品在辐照区内的停留时间)以实现千格雷的某一剂量水平。由于在电子束加速器中剂量累积的线性特性,一旦建立起剂量投送,则剂量目标容易被实现。在剂量与工艺参数之间的已知关系如下:

$$[0101] \quad D = k \left(\frac{I}{v} \right)$$

[0102] 其中: D = 剂量; k = 常数; I = 电流; v = 速度。由于 k 是常量,所以电流与速度的比例确定了所述的剂量。为了计算目标剂量,使用了剂量映象 I/v 关系。所述 D_T 可以通过使所述流态食物产品流过产品流动空腔 29A 中的剂量计而由所得实验结果而计算。所述剂量计将测量每次运行所完成的 D_A 。在每次运行期间,所述电子束源 30 被调整以产生 D_T 。通过

对于每次运行中已知的 D_T 与所测量的 D_A 而作图,可以得到与 D_T 相关的 D_A 图形。这还将得到 SF。

[0103] 或者,CPU70 可以被编程来进行必要的算法并存储必要的变量,流动速率和功率水平,以确定所述 D_T 。以下是计算 DT 所必需的存储变量和算法的一个例子。

[0104] 令 :R= 所述流态食物产品的设定流动速率 (m^3/s)

[0105] V= 所述产品流动空腔的已知体积 (m^3)

[0106] P= 所述电子束源的功率水平 (J/s) 或 (MeV/s)

[0107] d= 所述流态食物产品的近似密度 (kg/m^3)

[0108] T= 一定量的流态食物产品通过所述产品流动空腔的平均时间(即暴露于电子束的平均时间) (s)

[0109] E= 大量的流态食物产品当通过所述产品流动空腔时所暴露的电子束能量的量 (J) 或 (MeV)

[0110] D_T = 一定量流态食物产品所暴露的电子束能量的目标剂量 (kGy)

[0111] m= 在时间 T 通过所述产品流动空腔的流态食物产品的质量 (kg)

[0112] R、V、P 和 d 是存储在 CPU70 中设定的或者已知的变量。

[0113] D_T 由公式 $D_T = \frac{E}{m}$ 所确定

[0114] 其中,E 由公式 $E=P \times T$ 所确定

[0115] T 由公式 $T = \frac{V}{R}$ 所确定

[0116] m 由公式 $m=d \times R \times T$ 所确定

[0117] 因此 :

[0118] $D_T = \frac{P \times T}{d \times R \times T}$

[0119] $D_T = \frac{P}{d \times R}$

[0120] 为了保证在处理期间适当剂量的暴露,可以在产品流动空腔 29A 中提供传感器 80,用于测量在处理期间所述电子束辐射的功率。如果期望的话,可使用其它类型的传感器,例如剂量计。所述电子束功率感传器 80 被可操作地连接到 CPU70。所述电子束功率感传器 80 连续地测量在所述产品流动空腔 29A 的第二壁 22A 上或其附近电子束的功率水平,完成步骤 950。所述传感器 80 建立指示所述测量的电子束功率水平的数据信号。

[0121] 当数据信号通过所述传感器 80 而被建立时,所述数据信号被传递到用于分析和处理的 CPU70。一旦其被 CPU70 收到,所述 CPU70 执行判定块 960,并鉴于所述设定的流速,来确定所述测量的电子束功率水平是否指示出所述粉末婴儿配制食品接收到了达到或超过所述 D_D 的电子束的 D_A ? 如上所述, D_A 、 D_D 之间的相关关系、所测量的功率水平、以及所设定的流动速率可以通过在所述流态食物产品处理流中放置剂量计由实验分析来确定,并图示所述结果。

[0122] 如果在判定块 960 的回答为否,CPU70 将执行步骤 970,并适当地调整控制阀 40,从而使所述粉末婴儿配制食品通过所述产品流动空腔 29A 的流动速率被调节至保证所述

粉末婴儿配制食品所暴露的电子束的 D_A 等于或大于所述 D_D 的值。如果期望的话,所述电子束的功率水平还可以被调节以保证所述粉末婴儿配制食品所暴露的电子束的 D_A 等于或大于所述 D_D 。在对流动速率和 / 或电子束的功率水平进行调节之后,所述辐照系统 100 回到步骤 950。

[0123] 如果在判定块 960 的回答为是,则所述辐照的粉末婴儿配制食品经所述包装机 60 包装并被继续处理,完成步骤 980。这样,所述传感器 80 可用于保证所述流态食物产品接收到等于或低于安全限度的辐射能量剂量。

[0124] 实施例

[0125] 进行实验,以确定当与适当的后处理产品加工技术结合使用时,电子束处理是否可以减少阪崎肠杆菌到达消费者的几率。所述实验研究利用了电子束处理,以减少存在于最终加工的婴儿配制食品粉末上的致病微生物。选择电子束而不是 x- 射线进行所述辐射处理是因为 x- 射线的处理效率被认为显著地低于电子束。例如,典型的 10MeV、50kW 的电子束加速器在 2kGy 的剂量下每小时可以处理 31,500kg 的食物。如果以与 10MeV、50kW 的电子束同样的速度用 x 射线来处理产品,其将需要具有 625kW 的功率。x- 射线的处理效率由以下的事实而被限制:除了产生光量子之外,重金属靶还会产生相当大量的热。事实上其效率典型地不高于 5-8%。

[0126] 所述粉末婴儿配制食品产品的温度在 20 到 35°C 范围之内。所述粉末的水分含量在 1% 到 5%wt/wt 范围之内。对于液体或半固体的产品,所述温度可以在 1°C 到 150°C 之间并且水分含量在 10% 到 99% 之间。

[0127] 作为背景,吸收能量的量,亦称剂量,以戈瑞(kGy)的单位而被测量,其中 1kGy 等于 1,000 焦耳每公斤,或兆拉德(MR 或 Mrad),其中 1MR 等于 1,000,000 尔格每克。就食品加工而言,辐照应用可以由剂量水平作用被分类为如下:(1) 小剂量(至多 1kGy):抑制块茎发芽、水果延迟成熟、降低昆虫感染;(2) 中等的剂量(约 1-10kGy):减少致病和腐败细菌与寄生虫;以及(3) 高剂量(大于 10kGy):完全杀菌。批准用于家禽和低温巴氏杀菌肉的最大剂量分别为 3kGy 和 7kGy。目前被辐照到高剂量(例如 44kGy)的食品包括宇航员在太空飞行期间所使用的食品以及用于患有严重免疫系统损害的医院病人消费的食品。

[0128] 所述实验的主要任务是在以 0.5、1.5、和 3.0kGy 递增的剂量水平暴露于电子束之后量化阪崎肠杆菌活菌计数的减少。阪崎肠杆菌计数的减少目标值为使其 log 值减少 2(所述计数降低 100 倍)。次要目的是确定实现所述目标减少值所要求的工艺参数。

[0129] 至多五个阪崎肠杆菌菌株,来自 Sillicker Lab 的保藏,从 -70°C 的冻结丙三醇原种培养,在 100mL 胰蛋白酶解酪蛋白大豆发酵液(TSB, Becton Dickinson&Co, Cockeysville, MD)中繁殖。所述发酵液在 35°C 被培养 24h。培养物被离心并且所述细胞团粒用 Butterfield 磷酸酯稀释液洗涤,悬浮在 10mL 无菌 10%(w/v) 重构脱脂奶粉中。所述细胞悬浮液在 VirTis Model10-117 冷冻干燥室(Gardiner, NY)中被冷冻干燥 24h。所得到的富含阪崎肠杆菌冷冻干燥细胞的脱脂奶粉粉末,被用 NASCO Whirl-pak 试样袋包装(每样品 1g)。所述样品袋由共混原生低密度聚乙烯制成,并且用环氧乙烷预消毒。使用 bag-in-bag 结构以实现所述病原体适当的密封。

[0130] 计数

[0131] 为了确定阪崎肠杆菌细胞,使用平皿计数方法,用标准方法在 35°C 培养 48h 的琼

脂(胰蛋白胨葡萄糖酵母浸膏琼脂, TGY)。对每种样品准备五个复制板(从一个小袋准备 5 个子样品)。来自每个样品的三个菌落(可计数范围的板)被划线到 VRBG 板。典型的菌落被确证观察(2002 年 7 月的 FDA 方法, 2002 年 8 月修正(国际互联网地址 cfsan.fda.gov/~comm/mmesakaz.html)。)

[0132] 实验设计

[0133] 0.5、1.5、和 3.0kGy 的剂量水平被用来处理 15 个样品(每一剂量水平 5 个样品, 每个样品含有 1g 掺入阪崎肠杆菌的脱脂奶粉)。五个另外的未处理样品作为对照。微生物分析中, 每个样品以 5 次子样品测量来确定细菌计数。所述实验设计如下面表 1 所示。

[0134] 表 1

[0135]

剂量水平	样品	微生物子样品	标签注示:	
			能量水平/样品 ID - 子样品 #	
0.0 kGy	5 (A, B, C, D, E)	5 (1, 2... 5)	0.0/A-1; 0.0/A-2... 0.0/E-4; 0.0/E-5	
0.5 kGy	5 (A, B, C, D, E)	5 (1, 2... 5)	0.5/A-1; 0.5/A-2... 0.5/E-4; 0.5/E-5	
1.5 kGy	5 (A, B, C, D, E)	5 (1, 2... 5)	1.5/A-1; 1.5/A-2... 1.5/E-4; 1.5/E-5	
3.0 kGy	5 (A, B, C, D, E)	5 (1, 2... 5)	3.0/A-1; 3.0/A-2... 3.0/E-4; 3.0/E-5	

[0136] 剂量水平的计算

[0137] 在进行冷冻干燥细菌试验之前, 先进行一个校准试验, 以确定在冷冻干燥培养物中实现特定的剂量吸收所要求的时间。含有丙氨酸团粒的九个预试验样品在三个试验中(每个试验三个团粒)以如下面表 2 所述的预定系统参数被暴露于电子束。

[0138] 表 2

	试验 #		
	I	II	III
能量	3.0 MeV	3.0 MeV	3.0 MeV
电流	0.2 mA	0.4 mA	0.6 mA
扫描宽度	100 cm	100 cm	100 cm
扫描长度	10 cm	10 cm	10 cm
传送速度	300 cm/min	300 cm/min	300 cm/min

[0140] 所述试验全部通过将所述预试验样品小袋放置在处理台(样品容器)之上而进行, 并且用丙氨酸团粒剂量计来监控。如以下所示的, 所述小袋被置于所述样品容器中心。所述处理台以预先确定的速度只通过所述电子束一次。参照图 10, 显示了在所述容器上所述剂量映象样品的样品容器和位置。还显示了样品容器在所述电子束扫描号角下面经过的方向。

[0141] 下面的表 3 列出了对于各种不同的传送速度所获得的结果。

[0142] 表 3

	试验	重复	剂量 (kGy)	平均	电流	速度
[0143]	I	1	0.542	0.544 kGy	0.2 mA	300 cm/min
		2	0.543			
		3	0.548			
	II	1	1.087	1.093 kGy	0.4 mA	300 cm/min
		2	1.090			
		3	1.101			
	III	1	1.660	1.638 kGy	0.6 mA	300 cm/min
		2	1.625			
		3	1.630			

[0144] 运行参数：计算

[0145] 由于在电子束加速器中剂量累积的线性特性，一旦建立起剂量投送，则剂量目标容易被实现。在剂量与工艺参数之间的已知关系如下：

$$[0146] \quad D = k \left(\frac{I}{v} \right)$$

[0147] 其中：D= 剂量；k= 常数；I= 电流；v= 速度。由于 k 是常量，所以电流与速度的比例确定了所述的剂量。为了计算目标剂量，使用了如下面表 4 所述的剂量映象 I/v 关系。

[0148] 表 4

[0149]

剂量映象数据	确定 k	目标剂量	设定电流
在 0.2 mA, 300 cm/min 剂量 = 0.54	$0.54 = k \left(\frac{0.2mA}{300cm/min} \right)$ 计算值 k = 816	0.5 kGy 取决于速度	$0.5 = 816 \left(\frac{0.2mA}{v} \right)$ v = 326 cm/min
在 0.4 mA, 300 cm/min 剂量 = 1.093	$1.093 = k \left(\frac{0.4mA}{300cm/min} \right)$ 计算值 k = 820	1.5 kGy 取决于速度	$1.5 = 820 \left(\frac{0.4mA}{v} \right)$ v = 219 cm/min
在 0.6 mA, 300 cm/min 剂量 = 1.638	$1.638 = k \left(\frac{0.6mA}{300cm/min} \right)$ 计算值 k = 819	3.0 kGy 取决于速度	$3.0 = 819 \left(\frac{0.8mA}{v} \right)$ v = 219 cm/min

[0150] 放射性铬剂量计：置放和分析

[0151] 从所述五个样品小袋中随机地取出两个小袋，在其各自的顶部和底部粘贴放射性铬剂量计，用来分别测量其剂量水平。所述试验使用 FWT-81-00 放射性铬剂量计（剂量范围：0.5-200kGy（0.05-20Mrad）；1cm x1cm x42-52 微米），由 Far West Technology Inc.

生产。这些是薄的、无色的薄膜,随着吸收剂量的作用,其逐渐地从无色的变化到浓度着色的状态。在处理的时候,这些薄膜是铝-层压小袋的包装形式,以保护所述剂量计不受杂散光的影响。这些剂量计使用六(羟乙基)氨基三苯基乙腈(HHEVC)染料。在所述试验之后,通过撕开所述铝-叠层小袋来回收所述剂量计,并且将其放入光度计或分光光度计以进行分析。所述剂量计如下所示(实际尺寸)。现在参考图 1,所测量的吸光度是传送到所述样品的剂量的线性函数(用 510 和 600nm 的灯来显示)。

[0152] 实验的运行参数

[0153] 下面的表 5 显示了在所述试验期间所使用的实验运行参数。

[0154] 表 5

	目标剂量	能量	电流	S 功率	样品速度	暴露时间
	kGy	MeV	mA	W/cm ²	cm/min	秒
[0155]	0.5	3.0	0.2	0.6	326	2.74
	1.5	3.0	0.4	1.2	219	1.84
	3.0	3.0	0.8	2.4	219	1.84

[0156] 参考表 5,所述能量指示了电子的穿透力。电流指示了冲击所述样品的电子密度。比功率指示了样品的每单位表面积所需要的功率。暴露时间是指样品的每个颗粒在电子束下所花费的时间。

[0157] 结果:实际递送的剂量

[0158] 对于每个剂量水平,所述五个样品小袋中的两个在其顶部和底部被贴附剂量计。下面的表 6 列出了在处理期间所递送的实际平均剂量。在计算剂量和观测剂量之间的差异应归于所述工作台速度的不精确控制及其它的实验误差。

[0159] 表 6

	目标剂量	小袋顶部的剂量	小袋底部的剂量	小袋平均	传递的剂量
[0160]	0.5 kGy	0.4 kGy	0.3 kGy	0.35 kGy	0.38 kGy
		0.4 kGy	0.4 kGy	0.4 kGy	
	1.5 kGy	1.4 kGy	1.4 kGy	1.4 kGy	1.53 kGy
		1.7 kGy	1.6 kGy	1.65 kGy	
	3.0 kGy	3.3 kGy	3.2 kGy	3.25 kGy	3.08 kGy
		2.9 kGy	2.9 kGy	2.9 kGy	

[0161] 结果:微生物的计数

[0162] 经过电子束处理的样品和对照样品被二次抽样 5 次(重复)用于枚举目的。典型的标准板被用来计算集落形成单位(cfu)的数目,并且所述菌落计数被显示在图 12 中。

[0163] 下面的表 7 求出了在所述冷冻干燥阪崎肠杆菌计数上电子束处理的测量结果。

[0164] 表 7

[0165] 接种控制 (cfu/g)

	重复	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5
[0166]	1	50,000,000	56,000,000	32,000,000	46,000,000	57,000,000
	2	54,000,000	54,000,000	38,000,000	46,000,000	61,000,000
	3	54,000,000	51,000,000	51,000,000	50,000,000	49,000,000
	4	47,000,000	60,000,000	79,000,000	55,000,000	56,000,000
	5	47,000,000	45,000,000	47,000,000	56,000,000	50,000,000
[0167]	处理 0.5 (cfu/g)					
	重复	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5
[0168]	1	22,000,000	24,000,000	21,000,000	26,000,000	14,000,000
	2	19,000,000	29,000,000	23,000,000	31,000,000	26,000,000
	3	15,000,000	22,000,000	39,000,000	36,000,000	19,000,000
	4	19,000,000	23,000,000	18,000,000	33,000,000	14,000,000
	5	18,000,000	19,000,000	19,000,000	34,000,000	21,000,000
[0169]	处理 1.5 (cfu/g)					
	重复	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5
[0170]	1	6,300,000	8,600,000	6,500,000	6,800,000	8,600,000
	2	8,600,000	9,700,000	4,900,000	8,000,000	9,100,000
	3	8,000,000	6,800,000	5,500,000	5,100,000	14,000,000
	4	6,900,000	8,000,000	6,100,000	14,000,000	8,600,000
	5	7,400,000	9,100,000	5,000,000	8,000,000	8,600,000
[0171]	处理 3.0 (cfu/g)					
	重复	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5
[0172]	1	750,000	660,000	690,000	450,000	600,000
	2	810,000	680,000	810,000	580,000	640,000
	3	600,000	770,000	750,000	490,000	790,000
	4	640,000	570,000	640,000	410,000	680,000
	5	650,000	560,000	780,000	550,000	1,100,000

[0173] 表 7 的数据被转换为对数座标并且基于所述转换数据进行统计分析。偏差分析显示了在不同剂量水平中的显著差异 ($v=0.01$)。然而,在重复(用于微生物分析的二次抽样)中没有观察到显著的差异 ($v=0.01$)。表 8 显示了所述方差分析的结果。

[0174] 表 8

	源	DF	SS	MS	F	P
[0175]	剂量	3	50.7036	16.9012	1478.47	0
	重复	4	0.0239	0.006	0.52	0.719
	剂量*重复	12	0.0734	0.0061	0.53	0.886
	错误	80	0.9145	0.0114		
	总共	99	51.7154			

[0176] 如此,可以确认,电子束处理使得阪崎肠杆菌的活力明显减少。参照图 13,所述破坏速率被绘制。从图 13 的所述曲线($y=-0.591x+7.683$),可以推出要使阪崎肠杆菌计数的 log 值减少 1,要求辐射为 1.69kGy。

[0177] 结论

[0178] 可以得出结论,以上的实验明确地证明了电子束处理有助于使脱脂奶粉中的干阪崎肠杆菌失活。在最科学的文献中假设被阪崎肠杆菌污染的婴儿配制食品平均具有大约 36 个细胞 /10kg 所述产品。如果在这个水平被污染的婴儿配制食品通过电子束在 3.4kGy 的剂量水平下被处理,则将把所述微生物负载降低到 0.36 个细胞 /10kg (几乎不可能使用电流微生物的测试程序检测到)。

[0179] 可以使用所述系统和方法而消除 / 改性的多种食品污染物包括:某些挥发性的引起香味 / 气味的化合物、能够聚合的大分子、以及大部分的细菌、孢子、真菌、霉菌、酵母及其它微生物。

[0180] 尽管本发明已经被详细地描述和说明,但对于本领域技术人员来说,在本发明的精神和范围内,各种替代方案和变体也是显而易见的。特别地,本发明不局限于辐照任何具体类型的流态食物产品,同时本发明也不局限于任何具体类型的辐射能量。在此建立的全部专利和专利申请以其整体被引入作为参考。

[0181] 本申请要求 2005 年 2 月 10 日提交的美国临时申请 No. 60/651,796 的优先权利益,在此处所述公开以其整体被引入作为参考。

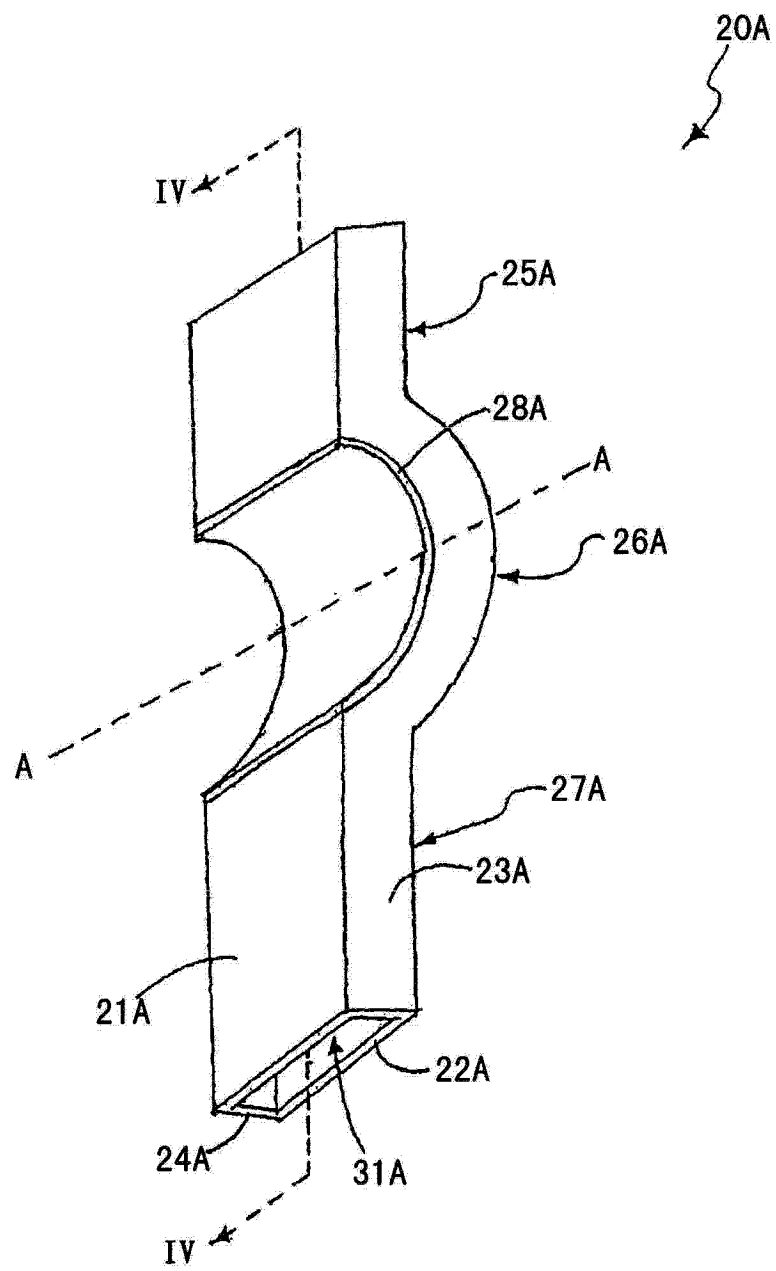


图 2

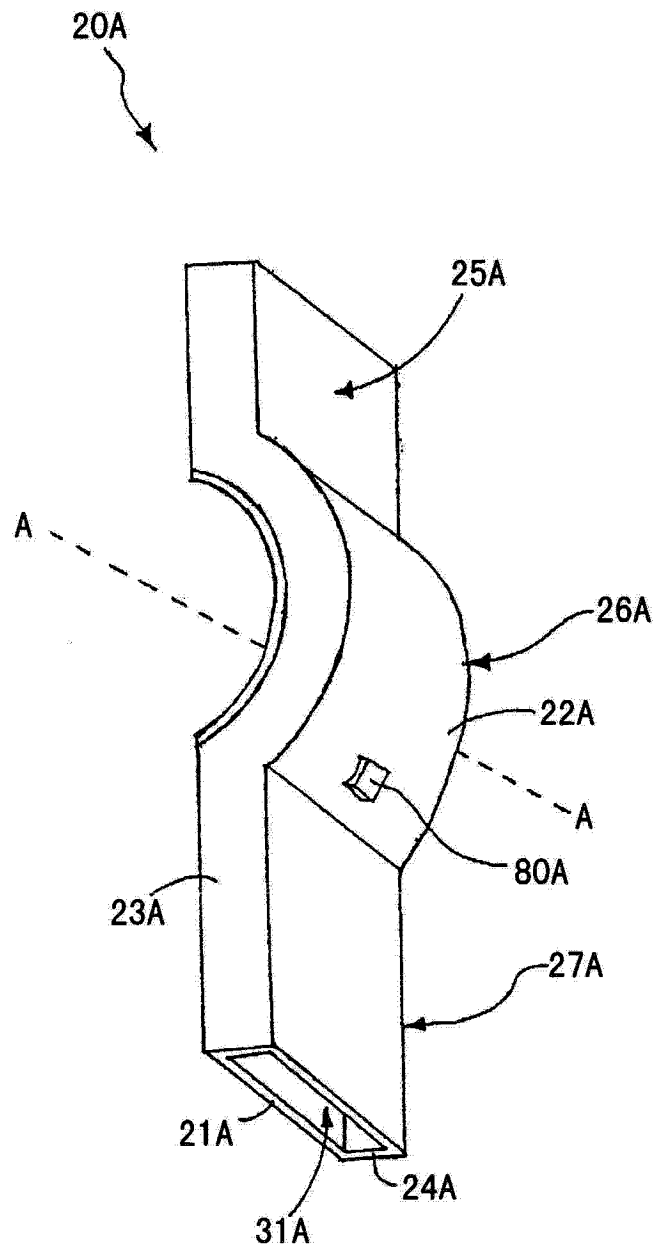


图 3

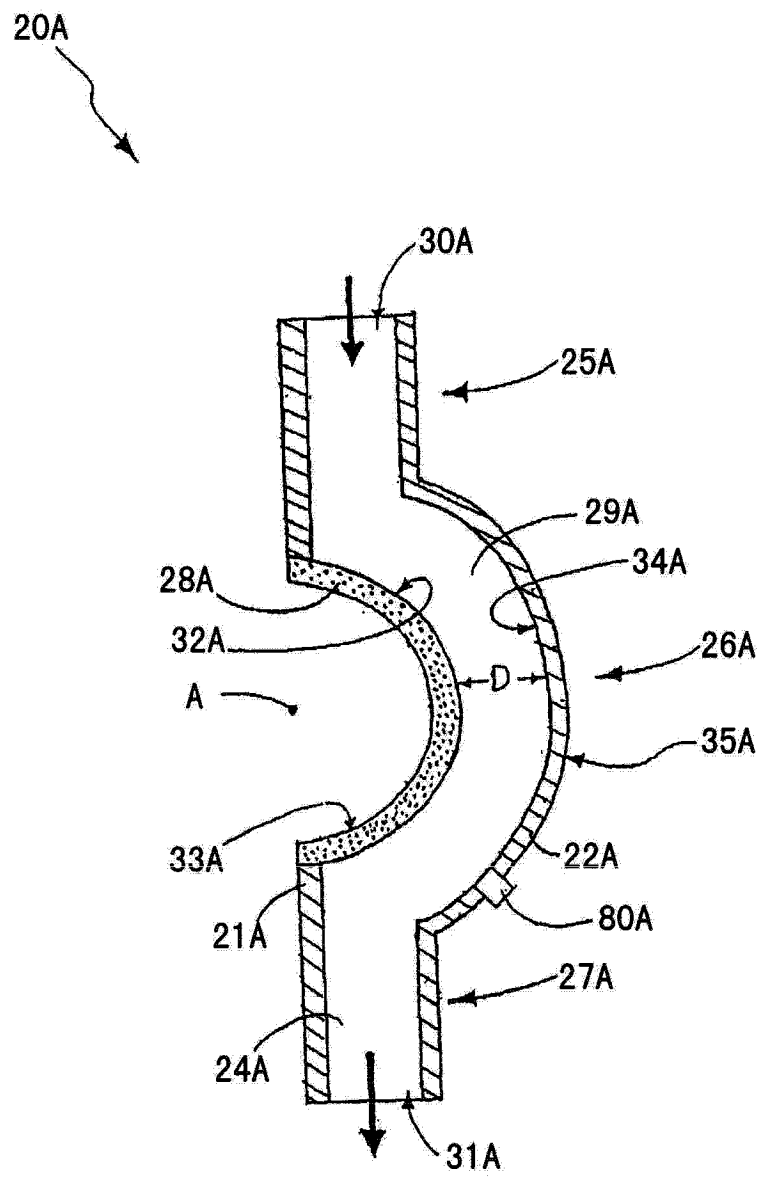


图 4

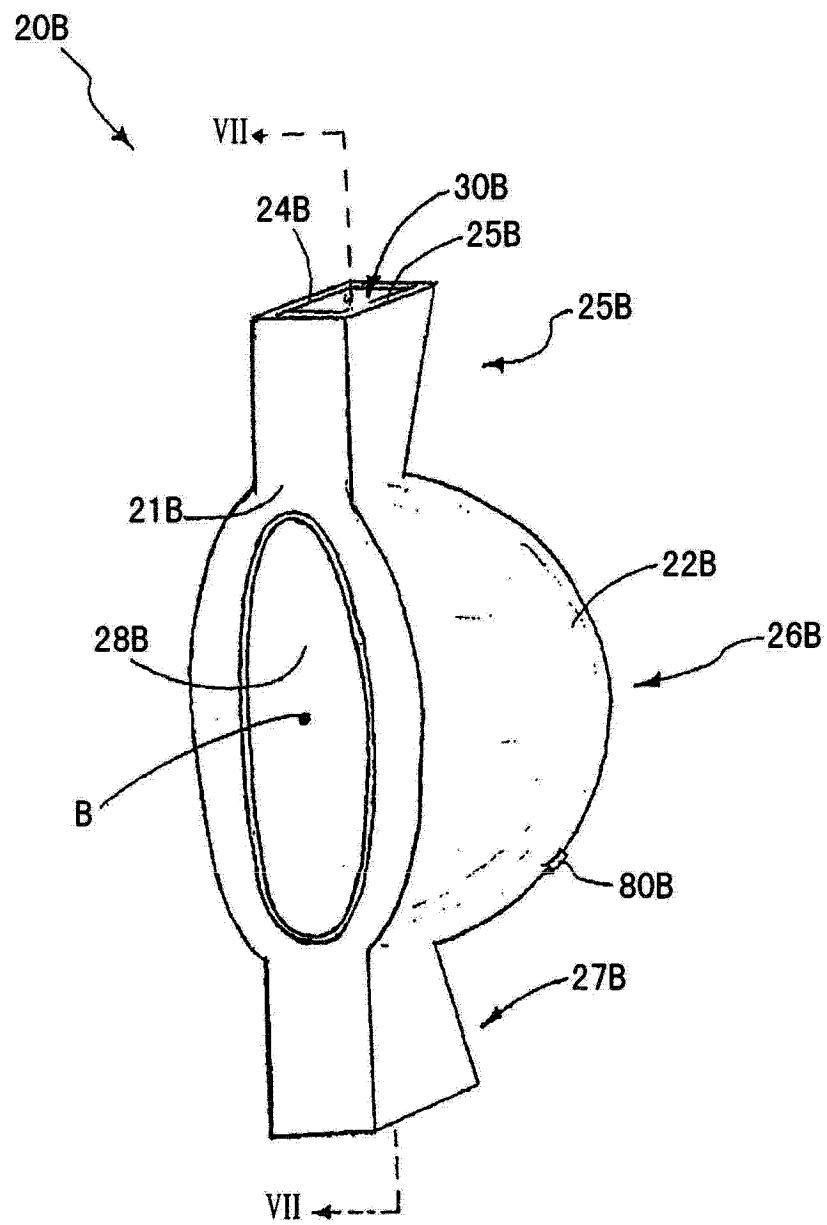


图 5

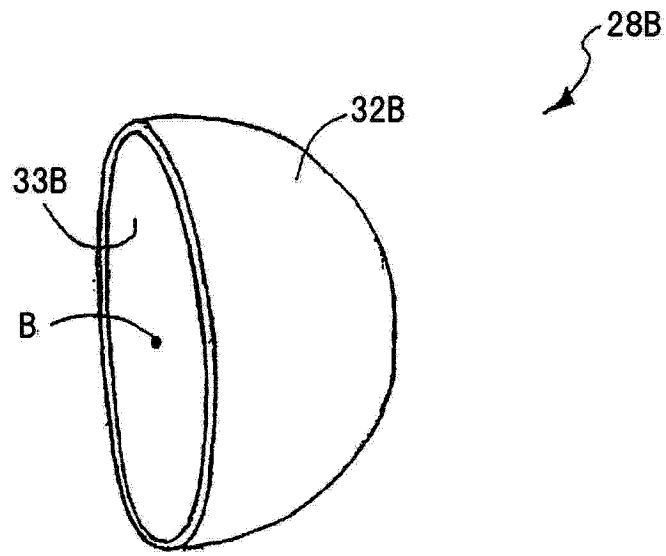


图 6

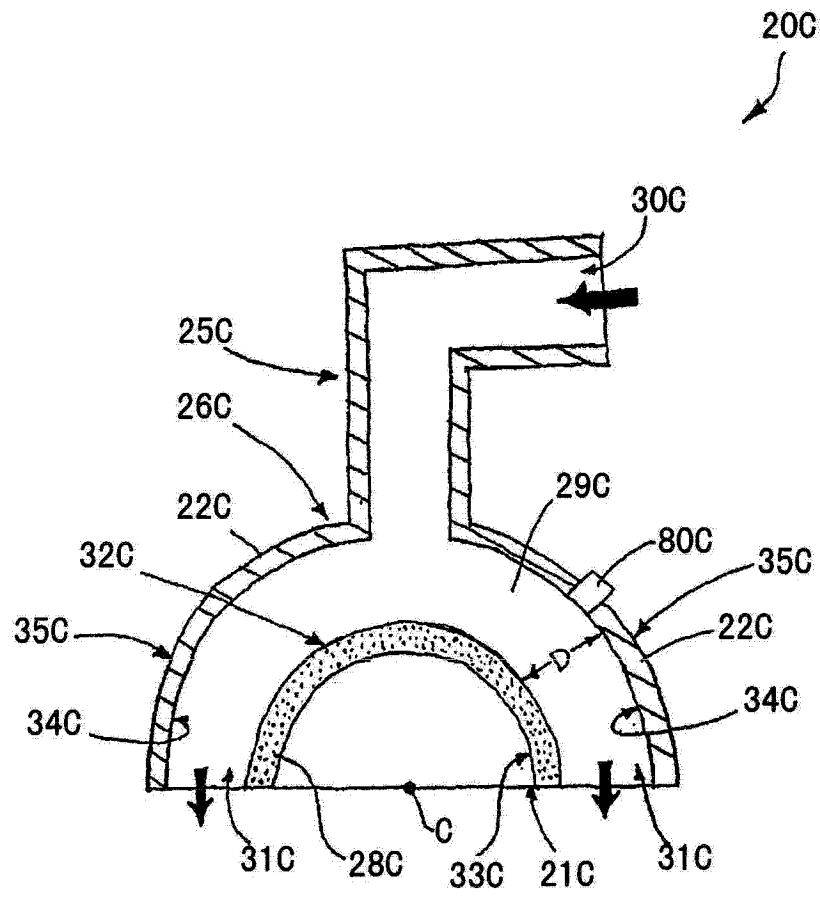


图 8

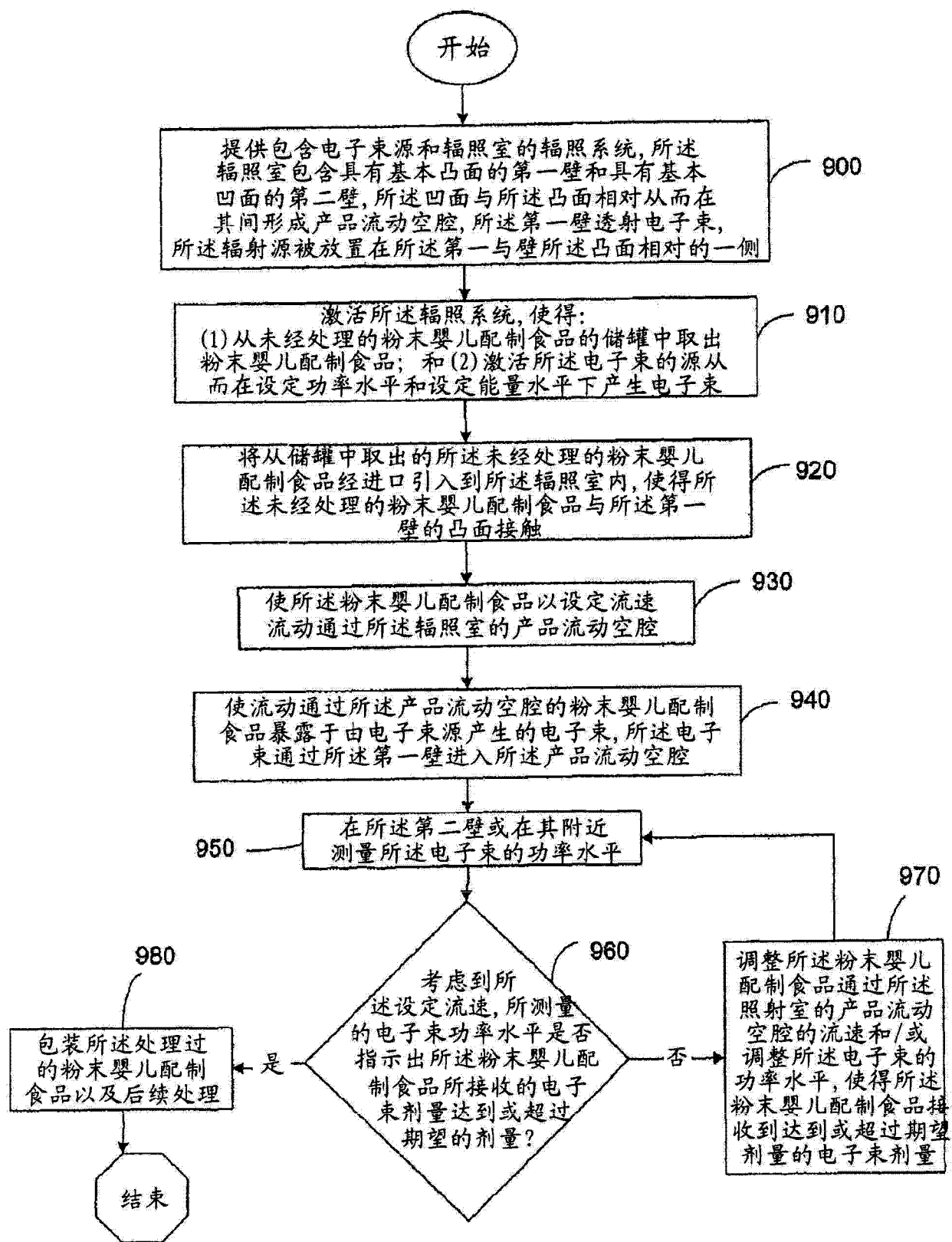


图 9

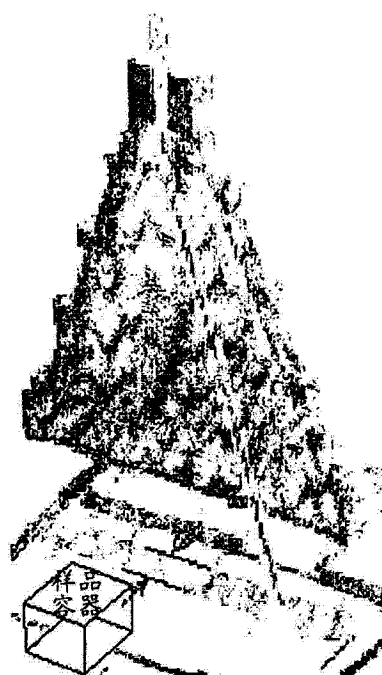
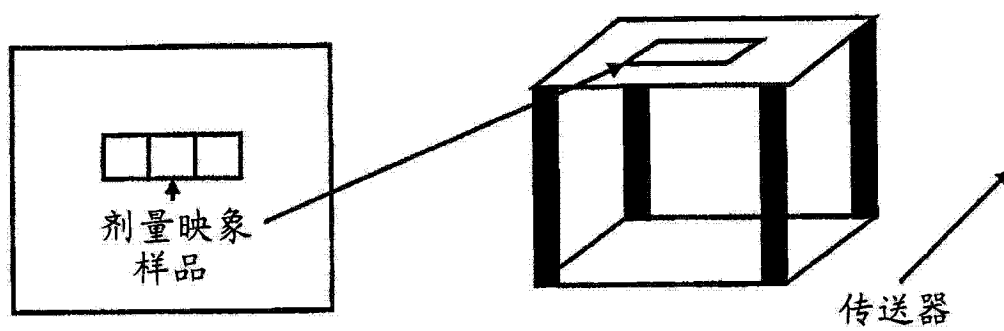


图 10

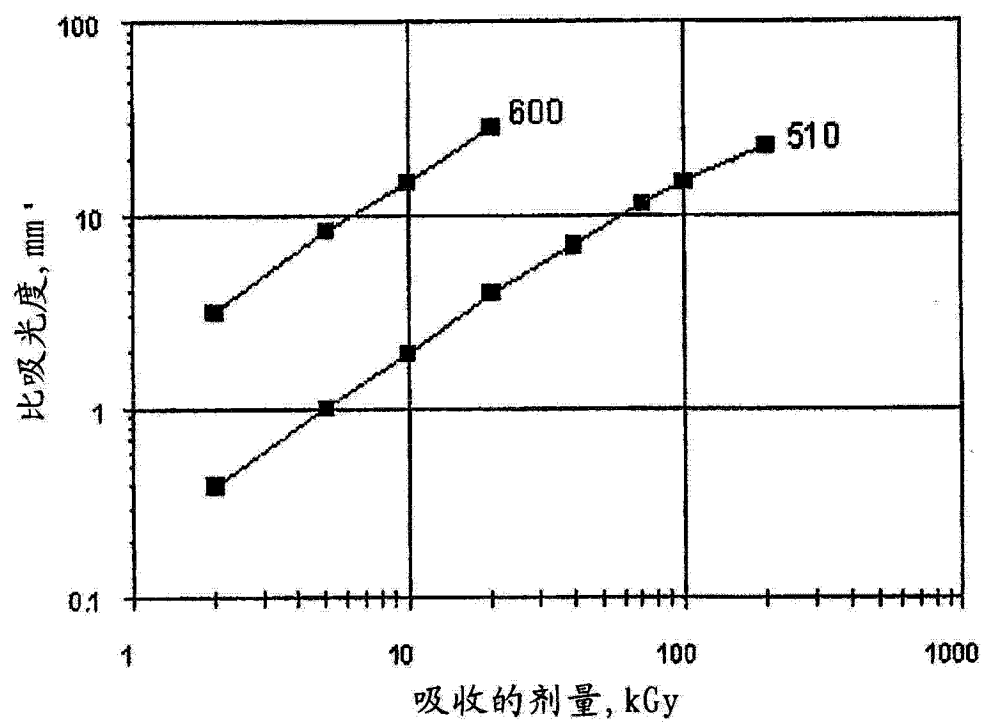


图 11

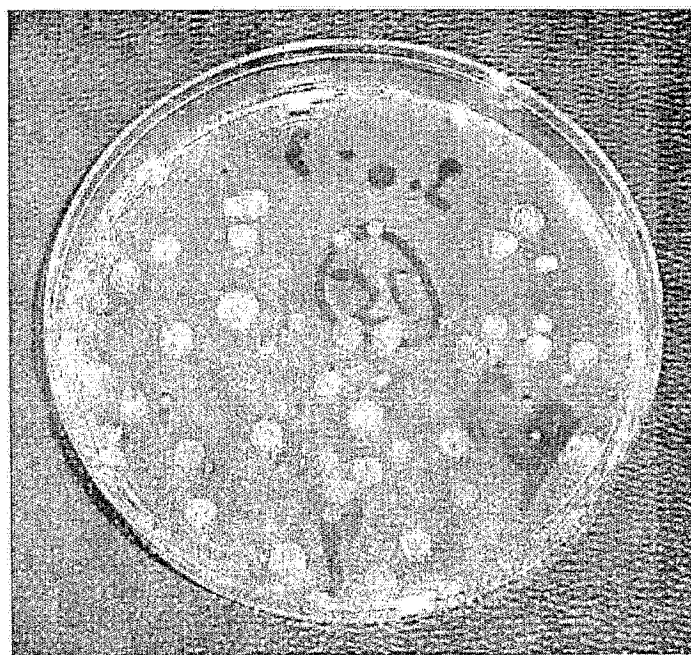


图 12

电子束对脱脂奶粉中的阪崎肠杆菌的作用

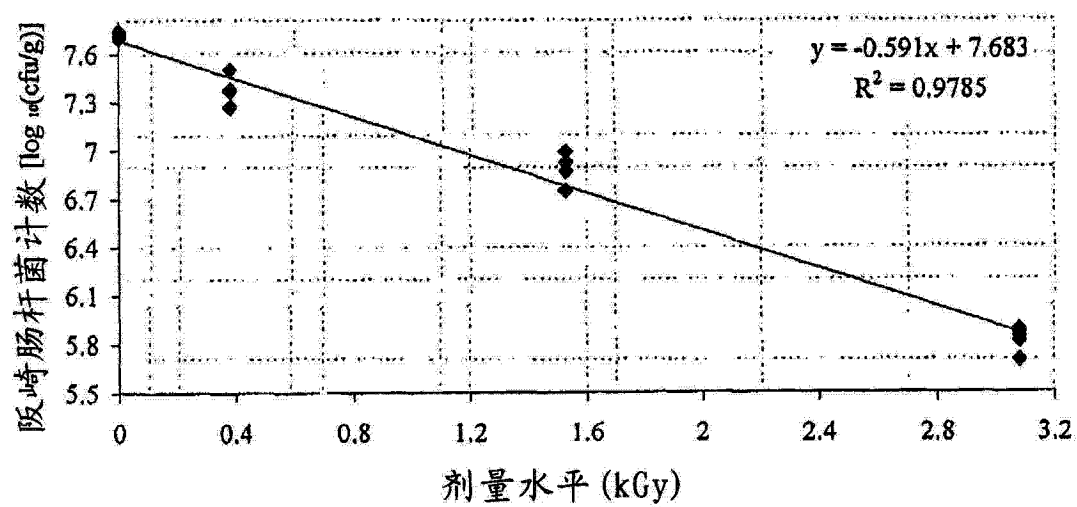


图 13