

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B22F 3/10 (2006.01)

B29C 67/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680041299.9

[43] 公开日 2008年11月5日

[11] 公开号 CN 101300094A

[22] 申请日 2006.9.4

[21] 申请号 200680041299.9

[30] 优先权

[32] 2005.9.5 [33] EP [31] 05077019.7

[86] 国际申请 PCT/NL2006/000443 2006.9.4

[87] 国际公布 WO2007/030006 英 2007.3.15

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.5

[71] 申请人 荷兰应用科学研究会 (TNO)

地址 荷兰代尔夫特

[72] 发明人 F·K·芬斯特拉

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 刘佳斐 蔡胜利

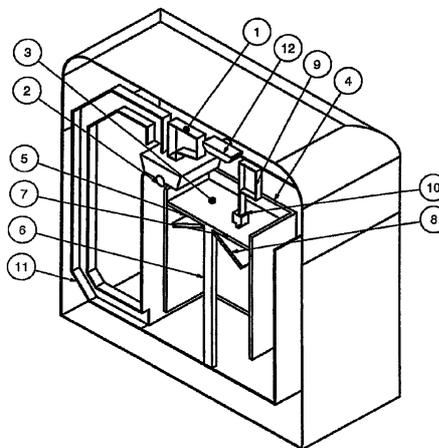
权利要求书4页 说明书8页 附图2页

[54] 发明名称

用于构建三维制品的装置和方法

[57] 摘要

本发明提供一种用于构建呈顺序截面层的三维制品的装置，此装置包含：包含一个或多个用于输送粉末的储罐(1)的粉末输送系统和粉末撒布系统(2)；构建室(3)，其包含外壁、内壁和可沿构建室的内壁移动的构建平台(7)；以及粉末回收系统(11)；其中50%以上的构建室外壁与粉末回收系统连通。本发明进一步提供一种使用所述装置构建三维制品的方法。



1. 一种用于构建呈顺序截面层的三维制品的装置，此装置包含：包含一个或多个用于输送粉末的储罐的粉末输送系统和粉末撒布系统；用于输送液体的印刷系统；构建室，其包含外壁、内壁和可沿构建室的内壁移动的构建平台；以及粉末回收系统；其中 50%以上的构建室外壁与粉末回收系统相连通。

2. 根据权利要求 1 所述的装置，其中构建平台能够将未使用的粉末在向下方向释放到粉末回收系统中。

3. 根据权利要求 2 所述的装置，其中构建平台能够将未使用的粉末直接从构建室在向下方向释放到粉末回收系统中。

4. 根据权利要求 1-3 中任何一项所述的装置，其中构建平台具有矩形形状，且该矩形的多于一个的边与粉末回收系统相连通。

5. 根据权利要求 4 所述的装置，其中矩形的两个边与粉末回收系统相连通。

6. 根据权利要求 4 所述的装置，其中矩形的三个边与粉末回收系统相连通。

7. 根据权利要求 1-6 中任何一项所述的装置，其中至少 75%的构建室外壁与粉末回收系统相连通。

8. 根据权利要求 1-7 中任何一项所述的装置，其中至少 50%或至少 75%的构建室外壁与粉末回收系统直接连通。

9. 根据权利要求 1-8 中任何一项所述的装置，其中印刷系统包含一

或多个喷头。

10. 根据权利要求9所述的装置，其中印刷系统包含多个喷头。

11. 根据权利要求10所述的装置，其中喷头形成喷墨式打印机或包含一组大致相当于喷墨打印头的喷头的设备的一部分。

12. 根据权利要求11所述的装置，其中喷头根据压电喷墨技术的原理工作。

13. 根据权利要求1-12中任何一项所述的装置，其中印刷系统包含两个或更多的打印头。

14. 根据权利要求1-13中任何一项所述的装置，其中粉末输送系统包含多个用于输送粉末的储罐。

15. 根据权利要求1-13中任何一项所述的装置，其中构建平台包含设有开口的上部结构和可被打开或移除以通过上部结构的开口释放未使用的粉末的底部结构。

16. 根据权利要求15所述的装置，其中上部结构包含网孔盘、架子或格栅。

17. 根据权利要求15或16所述的装置，其中底部结构包含可打开、可折叠或可移除的部件。

18. 根据权利要求17所述的装置，其中底部结构包含可打开的部件。

19. 根据权利要求1-18中任何一项所述的装置，该装置还包含用于固化所要构建的制品的器具。

20. 根据权利要求 19 所述的装置，其中用于固化所要构建的制品的器具为基于电磁辐射的系统。

21. 根据权利要求 1-20 中任何一项所述的装置，其中粉末回收系统包含用于传输未使用的粉末的管道和用于通过该管道移动未使用的粉末的粉末输送机螺杆，或者其包含用于传输未使用的粉末的管道和用于通过该管道移动未使用的粉末的真空泵。

22. 根据权利要求 1-21 中任何一项所述的装置，其中印刷系统和粉末撒布系统连接到同一导向器具。

23. 一种按照制品的模型构建呈顺序截面层的三维制品的方法，该方法包含步骤：

- 限定粉末材料层；
- 以与该模型的各个截面层相对应的图案向如此限定的粉末材料层施加液体；
- 重复这些步骤以形成顺序层以便获得三维制品；
- 可选地固化由此获得的三维制品；和
- 取出(固化的)三维制品；

在此方法中使用了如权利要求1-22中任何一项所限定的装置。

24. 根据权利要求 23 所述的方法，其中粉末材料包括聚合物材料、金属材料的前体、金属材料、陶瓷材料或其组合。

25. 根据权利要求 23 或 25 所述的方法，其中该模型是数字模型。

26. 根据权利要求 23-25 中任何一项所述的方法，其中粉末材料层中的至少一层包含不同类型的粉末材料。

27. 根据权利要求 23-26 中任何一项所述的方法,其中向至少一个粉末材料层施加多种不同的液体。

28. 根据权利要求 27 所述的方法,其中该不同液体在单个操作中施加。

29. 根据权利要求 27 所述的方法,其中该不同液体在顺序操作中施加。

30. 根据权利要求 23-29 中任何一项所述的方法,其中在该粉末回收系统中施加了负压。

用于构建三维制品的装置和方法

技术领域

本发明涉及一种用于构建呈顺序横截面层的三维制品的装置，和使用所述装置构建这种制品的方法。

背景技术

对于由工程CAD数据直接生产高强度、技术上可用的三维制品的需求越来越强。

已经提出了许多技术，但大部分得到的是易碎并因此短或中等使用寿命的制品。

在US4, 575, 330中描述了一种液体和浆料光敏聚合物激光寻址的方法。尽管所述方法非常成功，但这种技术需要实验室标准的后处理条件和熟练的技工，能产生现有技术水平的光滑表面但直接使用的可能性有限的制品。

另一种技术是挤出沉积，其例如在US6, 869, 559中有描述，在最终制品中能产生极好的性能例如热塑性能。但是，该过程很慢且需要湿法处理来去除支撑结构。

在US5, 136, 515中描述了一种使用可固化流体的直接喷射系统。这些是快速系统，但都需要后处理和去除/处理支撑结构。

在US4, 938, 816中描述了一种粉末基系统，其中使用了大功率二氧化碳激光器来烧结粉末。这种粉末基系统的好处在于当形成三维制品时其可以是自支撑的。尽管激光烧结可以产生接近真实热塑性塑料的高强度制品，但该过程很慢且生成产品的表面质量很粗糙。

另一种粉末基系统使用粘合剂喷射过程，主要基于水喷射的材料，例如在US5, 204, 055中有描述。这种系统更迅速但会产生脆性的模型，其需要更进一步的渗入过程来实现高强度。

在WO 02/064354 A1中记述了一种三维结构的印刷工艺，其中彼此叠置

施加了粉末材料的顺序层，各个粉末层含有反应性或活性组分，这些组分在接触时会发生反应形成呈所需模样的固体薄层，重复此过程直到形成要求的固体制品。

许多构建三维制品的工艺通常都是在包含粉末撒布系统、用于输送粘结剂材料的印刷系统、用于形成所需制品的构建室，以及粉末去除系统的装置中进行的，其中来自粉末撒布系统的多余粉末通过设置于粉末撒布系统和构建室一端的开口狭缝被输入粉末回收系统。这种装置例如在US2001/0045678 A1中有描述。

然而，这种装置存在很大的改进余地，因为粉末撒布系统会由于多余的粉末而变得极脏，这会使生产过程复杂化。此外，还会产生很多不能再利用的废物。

发明内容

本发明的目的在于提供一种用于构建三维制品的装置，其相对较简单且同时有利于实现更清洁的生产过程，其中未使用的粉末材料能被以最有效的方式再利用。

现已发现，这在使用构建室时可得以实现，该构建室相当大的部分与粉末回收系统直接接触。

因此，本发明涉及一种用于构建呈顺序横截面层的三维制品的装置，此装置包括：含一个或多个用于输送粉末的储罐的粉末输送系统和粉末撒布系统；用于输送液体的印刷系统；用于在其中构建制品的构建室，其包含外壁、内壁和可沿构建室内壁移动的构建平台；以及粉末回收系统；其中构建室外壁的50%以上与粉末回收系统连通。

优选地，构建平台能够将未使用的粉末在向下的方向释放到粉末回收系统中。

优选地，构建平台能够将未使用的粉末在向下的方向直接从构建室释放到粉末回收系统中。这意味着构建平台被保持在构建室之内的同时就能从构建平台上释放未使用的粉末。换句话说，在将未使用的粉末从构建平台上释放之前无需将构建平台从构建室中移出。

按照本发明装置的应用有利于实现改善的构建三维制品的生产过程。

而且，提供了大大简化的制造三维制品的装置，从而消除了对支撑件的需要，且未使用的粉末可被完全再循环。

在本发明的范围内，未使用的粉末定义为未包括在所要构建的制品之内的粉末，即其可能既包含新鲜粉末又包含再循环粉末。

在本发明装置的不同实施方案中，至少50%的构建室外壁与粉末回收系统相连通。这意味着可以很好地将未使用的粉末材料从构建平台移除和传送到粉末回收系统，构建室与粉末回收系统相连通。优选地，至少75%的构建室外壁与粉末回收系统连通。

适宜地，所述至少50%、最优选地至少75%的构建室外壁与粉末回收系统直接连通，这意味着未使用的粉末材料可以直接从构建平台传送到粉末回收系统。

本装置的优点在于粉末回收系统的相当大一部分与构建室直接连通，从而为一旦在制备和从构建平台上移除制品之后清洁制品创造了充分的空间。为了此清洁目的，所述空间内可以包含用于搅动或移动制品以去除所有多余粉末的机械装置。

构建平台可适宜地具有如正方形的矩形、环形或椭圆形的形状。

优选地，构建平台具有矩形的形状，矩形的一个以上的边与粉末回收系统相连通。更优选地，矩形的两个边与粉末回收系统相连通。最优选地，矩形的三个边与粉末回收系统相连通。

优选地，矩形的边与粉末回收系统直接连通。

适宜地，按照本发明装置的印刷系统包含一或多个喷头。

优选地，印刷系统包含多个喷头。更优选地，所述喷头构成喷墨式打印机或包含一组大致相当于喷墨打印头的喷头的设备的一部分。优选地，喷头根据压电喷墨技术的原理工作。优选地，印刷系统包含两个或两个以上打印头。适用于按照本发明的喷墨打印头的例子包括那些可商业得到的喷墨打印头，例如 Xaar (Leopard、XJ 系列、Omnidot 系列)、Spectra/Dimatix (Nova、Galaxy、SL 系列、M 级) 和 Trident (PixelJet、UltraJet)、Image 和 Domino。

优选地，喷头开孔的尺寸在 10 至 100 μm 的范围和/或所施加的液滴的尺寸在 5 至 100 μm 的范围，尽管喷头开孔也可以小于 1 μm ，甚至小至几纳米，

由此使得可以施加相应尺寸的液滴。

根据本发明装置的粉末输送系统包含一或多个用于输送粉末的储罐。优选地，粉末输送系统包含多个用于输送粉末的储罐。

可以理解，在各个层中可以使用不同类型的粉末材料。因此，各个储罐可以各包含不同类型的粉末材料。优选地，各个储罐包含相似类型的粉末材料。

适合地，构建室的构建平台包括设有开口的上部结构和可被打开或移除以通过上部结构的开口释放未使用的粉末的底部结构。优选地，上部结构包含网孔盘、架子或格栅。

适合地，构建平台的底部结构包含可打开、可折叠或可移动的部件。可折叠部件可适合地包括折板。优选地，底部结构包含可打开的部件，例如可通过绕其旋转轴转动而打开的部件。优选地，所述可打开、可折叠或可移动的部件可以振动以进一步促进粉末从所形成的物体上去除或分离。

构建平台可适合地连接到用于机械搅动或移动该平台，以使多余和由此未使用的粉末从要构建地制品上去除的器具。

根据本发明的装置可适合地包含用于固化所要构建的制品的器具。

按照本发明装置的粉末回收系统适合地包含用于传输未使用的粉末的管道和用于通过所述管道移动未使用的粉末的粉末输送机螺杆，或者其包含用于传输未使用的粉末的管道和用于通过所述管道移动未使用的粉末的真空泵。在另一实施方案中，粉末回收系统包含用于移动未使用的粉末的输送带。

优选地，印刷系统和粉末撒布系统连接到同一导向器具。除了降低硬件成本之外，这还使得两者可以并行运行以提高构建速度，以及由于两者的精确直线性而实现更高的精确度。

本发明还涉及一种根据制品的一个模型构建呈顺序横截面层的三维制品的方法，此方法包括步骤：

- 限定粉末材料层；
- 以与模型的各个横截面层相对应的模样向如此限定的粉末材料层施加液体；

- 重复这些步骤形成顺序层以获得三维制品；
- 可选地固化由此获得的三维制品；和
- 取回(固化的)三维制品；

在此方法中使用了根据本发明所述的装置。

这种制品可以具有不同的颜色、机械、光学和电学特性。

液体与粉末结合时，液体和粉末将发生反应形成固体结构。

粉末层可以都具有相同成分。然而，也可对不同的层采用不同的粉末材料，或在同一层中使用不同的粉末材料。

也可在同一层或不同层上的不同位置使用不同的液体。

适合地，所形成的层可以达到 $300\ \mu\text{m}$ 厚，但通常它们更多地为达到 $200\ \mu\text{m}$ 。可实现下至 $80\ \mu\text{m}$ 或 $50\ \mu\text{m}$ 的薄层，和甚至厚度在 1 至 $30\ \mu\text{m}$ 范围内的更薄的层。粉末优选地包含大多数尺寸在 1nm 至 $70\ \mu\text{m}$ 范围内的单个粉末颗粒。更优选地，所述粉末包含大多数尺寸在 20nm 至 $50\ \mu\text{m}$ 范围内的单个粉末颗粒。粉末可以为聚合物材料、金属材料的前体、金属材料、陶瓷材料或其组合。

所述液体可以包含陶瓷的胶质或纳米颗粒、有机微颗粒、金属和合金。液体的粘度适宜地室温下在从 2 至 3000mPas 以上，且在较高操作温度下将具有低得多的粘度。优选地，在喷射温度下液体的粘度在 2 至 800mPas 范围内。

可以由相邻打印头同时印刷两种或两种以上液体，从而液体在粉末表面之上/周围结合。

此过程使得其可以很方便地由电脑保存的数字表示生产制品，且特别适于与CAD系统一起使用。因此，所述模型优选地为数字模型。由此可以使用CAD软件设计制品，数字信息可被转化成一系列数字形式的薄层且薄层的数字表示可用于控制液体在粉末顺序层上的次序传送，以在3个维度上再现制品。此技术可用于快速原型研究甚至于小规模快速制造。

制造的物品可用作实际的技术功能部件或用于在实际生产之前提供CAD文件的验证。此技术也适于流水作业用作电场中的层状密封剂和用于形成微印刷的电子元件和光学元件。此技术还可用于形成具有偏振光学或波导作用的多层结构薄膜。

可以理解，通过采用本发明的方法，可以建立呈分层块形式的三维制

品或具有复杂形状的产品。通过在各个层形成时改变包括层厚在内的层特征，任选地在微尺度上，可以在最终制品上实现至少一种功能性。此功能性可采取许多形式，其例子包括电子电路和光学元件。还可以向基体上构建元件，基体随后作为最终制品的一部分保留下来。这种基体可以是例如能构成光学元件的一部分的玻璃或塑料板。

优选地，在粉末回收系统中施加了负压。由此，打印头的粉末污染可有利地被减少或避免。

根据本发明的方法使得可以形成具有大大改善的机械性能和色型的制品。按照本方法所获得的制品具有高强度、光滑表面质量，且在制造之后不久就可使用，并且不产生废物和能有效地再利用未使用的粉末材料。

适合地，粉末撒布系统使用包含位于计数旋转辊之后的计量设备的独立扫描单元，其中所述计量设备从固定粉末盒(粉末料斗)接收一定数量的粉末。优选地，辊可以在粉末床上施加一定量的压力以改善压实和/或初始密度。优选地，压力可以施加在运动的前进冲程和/或返回冲程上。粉末盒可以远离印刷系统以避免喷射打印头的粉末污染。

印刷系统适合地从与粉末撒布机相反方向扫描粉末层，且包含一个精密液滴生成系统，例如按需滴墨式喷墨打印头或连续式打印头。在一个优选实施方案中，所述连续式打印头是一种如WO 2004018212中所公开的高粘度打印头。优选地，印刷系统包括一个以上打印头，更优选地两个以上打印头。在不扫描时，打印头可以停留在一个从固化机构屏蔽的单元内。停留时，打印头可以，在停留单元之内，根据需要进行清洁/吹扫。印刷系统的外壳单元适合地远离粉末盒单元定位。

构建室的构建平台具有能打开以促进未使用的粉末通过网眼盘、架子或格栅去除的底部结构。构建平台的振动可用于去除更多量的未使用粉末材料。在去除未使用的粉末之后，构建平台可以向上运动以送出成品。

未使用的粉末可有利地被传输到一个或多个用于输送粉末材料的储罐中。所述储罐也可使用墨粉鼓再填充新粉末。

具体实施方式

在图1中显示了根据本发明的装置的截面简图。在图1中，粉末输送系

统包括用于输送粉末材料(1)的储罐和包含用于将粉末施加到构建室(3)中的辊的粉末撒布系统(2)。构建室(3)包括壁(4)和可通过活塞(6)沿构建室内壁运动的构建平台(5)。构建平台由包含格栅的上部(7)和包含可折叠折板的下部(8)组成。该装置进一步包括用于输送通过打印头(10)施加在各个粉末层上的液体的储罐(9)。至少75%的构建室(3)外壁与粉末回收系统(11)直接接触,这保证了未使用的粉末被再循环到粉末撒布系统(2)。该装置进一步具有用于固化所要构建的制品的器具(12)。在图2中,显示了图1所示装置的三维截面表示。

由图1和图2可知,本发明提供一种可以最有效地再利用未使用的粉末材料的简单装置。

此外,使用根据本发明的装置时可有利地实现最终可用的快速制造物品的制造。

实践中,按照本发明的方法,例如,可按如下所述进行:

一个由计算机系统准备好的由一叠切片组成的打印作业(呈位图/tiff或其它格式)可被载入机器软件。它可以由一叠计算机系统准备的切片(呈位图/tiff或其它格式)组成。所用软件的输入可以为3D几何CAD文件。计算机系统可以由3D CAD文件输入3D无色几何数据作为STL文件(既可使用ASCII STL模型也可使用二进制STL模型)。软件可随后在指定的缓存目录中输出一系列的2D位图,由此可在3D彩色打印机上打印的每个层将与缓存中的单独位图相对应。这些位图可以存储至少16位(65536色)的RGB彩色信息,且它们能具有最小300DPI的分辨率。所述3D彩色模型可以在z方向上切片。机器软件(打印机驱动)可以将每个图像分解成子图像并使所述子图像可供系统使用。系统能够在由位图组成的作业文件中堆叠多个部分。每个位图可以由一个切片组成,其将被输入机器中。

随后将准备粉末床。可移动的水平构建平台将承载用于制造所要制备的制品的粉末和液体。可移动的构建室能够通过打开构建平台的折板释放未使用的粉末。未使用的粉末以这种方法被传送到粉末回收系统。构建好的制品可以从顶部拿出构建室。未使用的粉末将通过粉末回收系统再循环和再使用。

在粉末床制备进行过程中,粉末可通过给料滑架(hopper carriage)

分散在构建平台上，其中所述给料滑架可以包括用于将粉末最佳地分散在粉末床上的计数旋转辊。过多的/过载的粉末被推到构建平台的沿或边上并被送入粉末回收系统。此构建有利于实现未使用粉末的最有效再利用。未使用的粉末可被手动或以自动方式输送到给料滑架。

在准备了计算机文件和粉末床之后，液体印刷操作开始。产品被分解成一叠具有预定厚度的截面(又称作印刷切片)，它们被相继地发送给打印头控制器。打印机驱动将所述数字信息转化成打印机滑架的移动信息，移动到第一行并打印构成第一个图像部分的所有子图像。接着，打印头返回滑架上的“开始”位置并循环直到完全打印出该图像。完成时，打印滑架返回其原始位置，并可以堆积一个新的层。打印操作可以包括用多个打印头打印以提供具有不同颜色的液体(例如青色、洋红、黄色、白色和黑色)或能随时间不同固化的液体。每个打印头将由单独的储罐供给液体。

如果使用电磁辐射来固化产品，则在辐射之前(其在堆积和印刷每个层之后进行)，打印头将被移动到光阀(shutter)封闭的盒中的预备位置以防打印头被杂散电磁辐射固化。电磁辐射将被接通几秒钟，之后重复层重涂过程直到获得最终的颗粒。

显然这种装置可以根据个别客户要求要求进行组装。例如，该装置可以具有转到同一粉末上的一个以上树脂分配打印头，以获得可具有可变颜色、机械、光学和电学特性如硬度、韧性、透明度和电导率或其组合的制品。这些特性可以在大面积(即，例如超过 1cm^2)上变化或可以以微小的方式变化，从而使单独树脂液滴在 x, y, z 方向上都不相同。在这方面例如可以参考 WO 03016030。

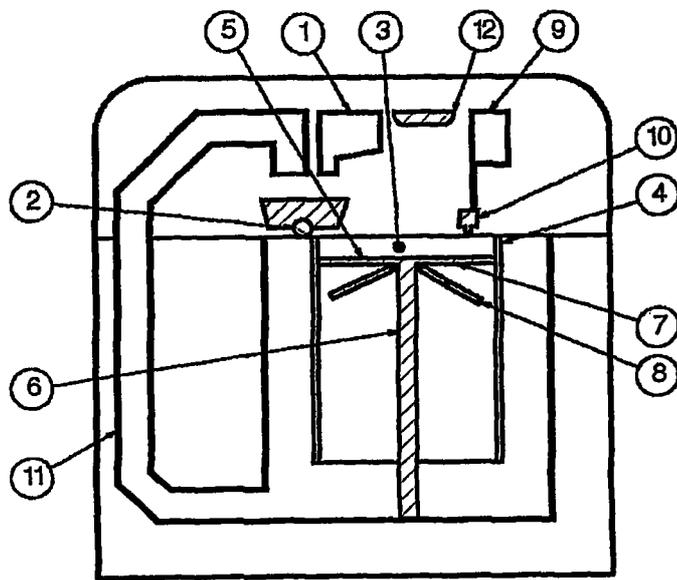


图1

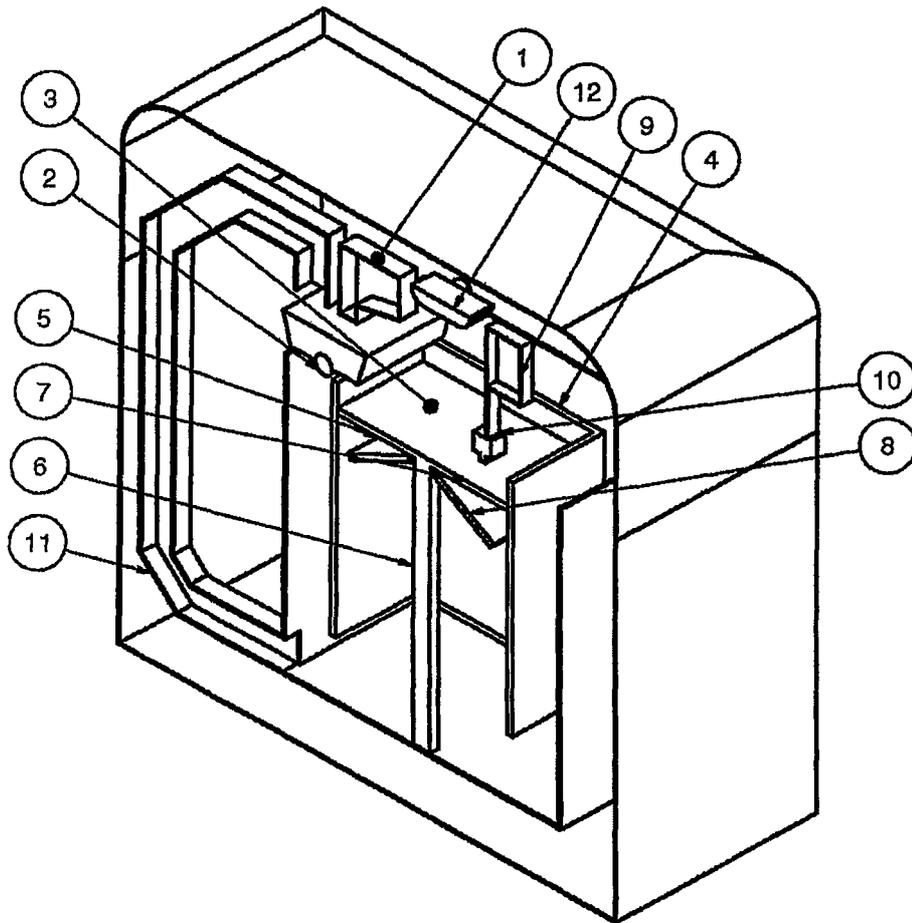


图2