

1. 一种用于三维打印机的粉末处理系统,所述粉末处理系统包括:多个粉末保持接收器,所述多个粉末保持接收器选自以下部件:制作室、分配料斗、除粉末室、以及至少一个溢流腔;与所述多个粉末保持接收器相连的真空源,其中所述真空源在所述多个粉末保持接收器之间传输粉末;以及布置在所述多个粉末保持接收器和所述真空源之间的多路阀,所述多路阀布置成选择性地将所述真空源连接到所述多个粉末保持接收器。

2. 如权利要求1所述的粉末处理系统,进一步包括一外部粉末源,所述外部粉末源适于连接至所述真空源。

3. 如权利要求1所述的粉末处理系统,进一步包括设置在所述真空源和所述多个粉末保持接收器之间的过滤系统。

4. 如权利要求1所述的粉末处理系统,其中所述多路阀包括:限定一口的第一部分,所述口被径向地布置成与中央点间隔固定距离;以及第二部分,其在所述中央点连接至所述第一部分,所述第二部分相对于所述第一部分能够转动并且限定多个口,所述多个口绕着间隔所述固定距离的所述中央点径向地布置,使得当所述第二部分旋转到一设定位置时,每个口能够与所述第一部分的所述口对准,从而允许在它们之间的流动。

5. 如权利要求4所述的粉末处理系统,其中所述第二部分能够通过马达和齿轮组件相对于所述第一部分转动。

6. 如权利要求4所述的粉末处理系统,其中所述第二部分响应于信号相对于所述第一部分自动地转动。

7. 如权利要求4所述的粉末处理系统,进一步包括至少一个止动件,以限制所述第二部分相对于所述第一部分的旋转行程。

8. 如权利要求4所述的粉末处理系统,进一步包括设置在所述第一部分和第二部分之间的密封件,其中所述第一部分和所述第二部分被偏压成与设置在它们之间的所述密封件接触。

9. 一种三维打印机,包括:粉末分配料斗;用于接纳粉末的制作室;用于选择性地将粘结剂施加到所述制作室中的粉末层上的至少一个打印头;以及连接至所述分配料斗和制作室的真空源,布置在所述分配料斗和所述制作室之间的多路阀,其中所述真空源通过所述多路阀在所述分配料斗和制作室之间传输粉末。

10. 如权利要求9所述的三维打印机,进一步包括连接至所述真空源的至少一个溢流腔,其中所述真空源从所述至少一个溢流腔通过所述多路阀传输粉末。

11. 一种将粉末从多个源提供给三维打印机的方法,所述方法包括以下步骤:提供多个粉末保持接收器,所述多个粉末保持接收器包括适于连接至所述三维打印机的至少一个粉末分配料斗;通过设置多路阀将所述多个粉末保持接收器连接至一真空源,所述多路阀在所述真空源和所述多个粉末保持接收器之间,所述多路阀布置成用于选择性地将所述真空源连接至所述多个粉末保持接收器;以及借助所述真空源在所述多个粉末保持接收器之间传输粉末。

12. 如权利要求11所述的方法,进一步包括一步骤:致动所述多路阀以选择性地从所述多个粉末保持接收器中的一个将粉末传输至所述粉末分配料斗。

13. 如权利要求11所述的方法,进一步包括在所述真空源和所述多个粉末保持接收器之间提供一过滤系统的步骤。

用于处理三维打印机中材料的装置和方法

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请要求序列号为 No. 60/808,721、申请日为 2006 年 5 月 26 日的美国临时专利申请的利益和优先权，在本文中以参考的方式结合上述申请的全部公开。

[0003] 技术领域

[0004] 本发明总体上涉及三维打印机领域，尤其涉及用于三维打印机的粉末和废物处理系统。

[0005] 背景技术

[0006] 一般来说，三维打印涉及使用喷墨式打印头来将液体的或者胶体的粘结剂材料运送到粉末状制作材料层上。打印技术涉及将一层粉末状制作材料施加至一个表面上，通常应用辊子进行。在制作材料被施加到上述表面上之后，打印头将液体粘结剂运送到材料层的预定区域。粘结剂渗透进材料并且与粉末反应，从而造成所述材料层在打印区域凝固，例如通过活化粉末中的胶粘剂。粘结剂还穿透进入下面各层，从而产生层间结合。在形成第一横截面部分之后，重复前述步骤，从而构建连续的横截面部分，直至形成最终物体。例如见美国专利 No. 6,375,874 和 No. 6,416,850，这两个专利文献的公开在此以全文参考的方式被结合。

[0007] 用于执行三维打印的装置通常产生灰尘，这会不利地影响打印头的操作。例如，灰尘会堵塞分配粘结剂材料的喷嘴，这会导致没有粘结剂材料被分配，或者粘结剂材料被不精确地分配。

[0008] 在三维打印中，粉末的处理以及粉末和灰尘的管理是主要问题。将粉末装载到进给位置通常涉及提升重的粉末桶并且将它灌入。这总是导致大的尘雾并且常常导致飞溅大量粉末。这种打印工艺还由于散播粉末以及将粉末倾倒进溢流容器中而激起大量灰尘。一旦零件被打印，则未打印的粉末必须在一个烦琐而且通常非常杂乱的过程中从制作盒中被除去。溢流容器必须被腾空而放回到进给位置中，这也涉及提升重的容器、将粉末倾倒出容器、产生尘雾和通常有的溢出粉末。在零件被打印后除去零件上的粉末产生额外的问题。

[0009] 由于成本问题，大多数使用者希望回收从零件上去除的粉末。目前，这涉及将真空袋从吸尘器中移除、撕开真空袋并且将粉末倒入进给位置。通常需要一个过滤步骤，原因是被打印零件的破碎件被真空吸起。这两个过程均是特别肮脏的，使粉末弄到使用者、地板和机器上，并且产生尘雾。

[0010] 发明内容

[0011] 因此，本发明的一个目的是提供用于在三维打印系统中自动处理粉末的装置和方法，以便减少浪费，并且最小化系统和周围环境免受松散粉末的污染。

[0012] 本发明提供了一种用于在三维打印机中处理粉末和其它材料的装置，并且提供了一种用于自动装载、施加、回收和过滤在三维打印中所使用的粉末的方法。因此，该三维打印系统的效率得以改进，由该过程所产生的废物得以最小化，并且充分减少了由于逃逸或溅射的粉末所产生的对打印机和周围环境的污染。

[0013] 在一方面，本发明涉及一种用于三维打印机的粉末处理系统，所述粉末处理系统

包括：多个粉末保持接收器，所述多个粉末保持接收器选自以下部件：制作室、分配料斗、除粉末室、以及至少一个溢流腔；与所述多个粉末保持接收器相连的真空源，其中所述真空源在所述多个粉末保持接收器之间传输粉末；以及布置在所述多个粉末保持接收器和所述真空源之间的多路阀，所述多路阀布置成选择性地将所述真空源连接到所述多个粉末保持接收器。

[0014] 在一个方面，本发明涉及用于三维打印机的粉末处理系统。该系统可包括多个粉末保持接收器以及与所述多个粉末保持接收器相连的真空源。所述真空源在粉末保持接收器之间传输粉末。在一个实施例中，所述系统包括与所述多个粉末保持接收器以及真空源流体连通的多路阀。真空源通过所述阀在粉末保持接收器之间传输粉末。所述阀可被用来有选择地将真空源连接到特定的粉末保持接收器或者将一个或多个粉末保持接收器与真空源隔离。所述阀可以被人工致动或者自动致动。

[0015] 在各种实施例中，粉末保持接收器可以被至少部分地布置在三维打印机上或者与三维打印机整体装配在一起。另外，所述系统可包括外部粉末源。所述外部粉末源可以通过例如所述多路阀与真空源连接。所述粉末保持接收器可包括制作室、工作室容积、分配料斗、除粉末室以及前后溢流腔。在一个实施例中，工作室容积是位于打印机工作表面上方的区域，它通常由罩包围。所述空间可以通过例如位于溢流腔或工作表面中的阀与真空源流体连通。在一个实施例中，所述系统包括位于真空源和多个粉末保持接收器之间的过滤系统。另外，该系统可包括压力源，用于进一步辅助在粉末保持接收器之间的粉末传输。另外，所述真空系统可以以多个速度（例如高速和低速）进行操作并且可以例如以低速连续地操作以便在粉末传输之间从系统中去除粉尘。

[0016] 在另一个方面，本发明涉及一种三维打印机，其包括粉末分配料斗、用于接收粉末的制作室、用于选择性地将粘结剂施加到制作室中的粉末层上的至少一个打印头、以及连接到分配料斗和制作室上的真空源。所述真空源可以在分配料斗和制作室之间传输粉末。在一个实施例中，所述打印机可包括多路阀，其与分配料斗、制作室以及真空源流体连通。所述真空源可以通过所述阀在分配料斗和制作室之间传输粉末。所述打印机可包括与真空源连接的至少一个溢流腔。真空源可以通过所述阀从所述至少一个溢流腔将粉末传输至例如分配料斗。在一个实施例中，真空源可以被用于将粉末从任何数量的保持接收器（例如：制作室、溢流腔等）抽吸到分配料斗以便再填充料斗。

[0017] 在一个方面，本发明涉及一种将粉末从多个源提供到三维打印机上的方法。该方法包括以下步骤：提供多个粉末保持接收器，所述多个粉末保持接收器包括适于与三维打印机相连的至少一个粉末分配料斗；将所述多个粉末保持接收器连接到真空源；以及利用真空源在粉末保持接收器之间传输粉末。

[0018] 在一个实施例中，该方法可包括以下步骤：在真空源和多个粉末保持接收器之间提供多路阀，用于选择性地将真空源连接至粉末保持接收器。该方法可进一步包括以下步骤：致动所述阀以便选择性地将粉末从所述多个粉末保持接收器中的其中一个传输至粉末分配料斗。该方法可进一步包括以下步骤：在真空源和所述多个粉末保持接收器之间提供一过滤系统。

[0019] 在另一方面，本发明涉及一种用于三维打印机的保持粉末的容器。该容器包括一接收器以及一罩，所述接收器限定出适于保持用于产生三维物体的粉末的内部空间，所述

罩连接到接收器并且至少部分地包围接收器的内部容积。所述罩可以包括与所述内部容积流体连通的出口以及至少一个与内部容积连通的入口，所述出口适于连接到三维打印机的真空源，所述入口适于使空气进入内部容积。所述入口可以至少部分地由接收器和 / 或罩限定。

[0020] 在各种实施例中，例如通过沿着接收器的侧面并且朝着出口“刮扫”粉末，穿过入口的空气帮助粉末运动通过出口。在一个实施例中，内部空间具有大致圆锥形状；然而，可以设想其他形状，它们也在权利要求的范围内，例如截头圆锥形、椭圆形以及多边形和弓形的任何其它结合。在一个实施例中，接收器的内部空间具有椭圆形横截面形状。另外，出口可以包括一管状件，其从罩向下延伸接近内部空间的一底部区域。另外，所述入口可以是环形槽，出口可以包括接头（例如一种快速分离式接头），其构造成与软管匹配。在一个实施例中，容器包括围绕接收器设置的外壳。所述外壳可以被构造成与其它类似容器叠置。

[0021] 在另一方面，本发明涉及用于三维打印机中的制作室，它适于接收用于产生三维物体的粉末。所述室包括用于接收粉末的制作表面。所述制作表面包括第一板和第二板，所述第一板限定出具有间距的多个间隔开的孔，所述第二板限定出多个孔，它们间隔开并且与第一板上的多个孔偏离开第一板上的多个孔的间距的大约 50%。所述间距相应于相邻孔的接近边之间的间隔，并且大约等于 2(板之间的间隔)(粉末安置角的余切)+(孔的直径)。第二板位于第一板下方并与之隔开。

[0022] 在各种实施例中，所述室包括至少一个壁、一活塞以及一出口。所述壁至少部分地界定所述制作表面并且至少部分地限定所述室，所述活塞位于所述制作表面下方并且与所述制作室相适应以便相对于所述至少一个壁垂直地移动所述制作表面，所述出口与所述制作室连接并且位于所述制作室下方以便在施加真空时从制作室去除自由粉末。制作室还可以包括罩，其可位于所述至少一个壁上方以便至少部分地将所述室与其所处的环境隔离。罩可以包括密封件，以便在施加真空时减少或防止空气进入。在一个实施例中，出口定位在一位于制作表面下方的充气间 (plenum) 中。出口可以与真空源相连以便通过制作表面将自由粉末抽出制作室。另外，制作表面的第一板和第二板可以与适于不同安置角（例如，不同尺寸的孔以及孔之间的不同间距）的板互换。在一个替换实施例中，制作表面可以包括多于两个的板。制作表面可以包括位于第一板和第二板之间的一个或多个间隔件，以便维持板之间的固定间距，并且制作表面的第一板和第二板可以相对于彼此移动。例如，一个板或者两个板可以竖直地移动以便改变它们之间的间距并且 / 或者水平地移动以便改变孔的偏离。不同尺寸的间隔件可以被用来改变板之间的间距。在一个实施例中，制作室包括与出口相连的真空源以便粉末流动。而且，制作室可以包括一个机构，用于将振动传递到制作室的至少一部分，例如制作表面。

[0023] 在另一方面，本发明涉及控制制作室中自由粉末流动的方法。该方法包括提供用于接收粉末的制作表面以及提供位于制作表面下方真空源的步骤。所述制作表面包括第一板和第二板，所述第一板限定出具有间距的多个间隔开的孔，所述第二板限定出多个孔，它们间隔开并且与第一板上的多个孔偏离开第一板上的多个孔的间距的大约 50%。所述间距相应于相邻孔的接近边之间的间隔，并且大约等于 2(板之间的间隔)(粉末安置角的余切)+(孔的直径)。第二板位于第一板下方并与之隔开。

[0024] 在各种实施例中，所述方法包括以下步骤：保持制作室中的环境压力以便防止粉末流动通过制作表面。该方法还包括以下步骤：致动 真空源以便在制作表面下方产生真空来使得粉末流过第一和第二板；振动制作表面以便促进自由粉末的流动；以及改变第一板和第二板之间的间距以便适应具有不同安置角的粉末。而且，制作室可以包括位于制作表面下方的充气间，用于连接真空源和制作室。该充气间可以包括一出口，用于在致动真空源时从制作室中移除自由粉末。在一个实施例中，制作室包括至少一个壁以及一活塞，所述壁至少部分地界定制作表面并且至少部分地限定制作室，所述活塞位于制作表面下方并且与制作室相适应以便相对于所述至少一个壁垂直地移动所述制作表面。第一和第二板中的至少一个可以与适于不同安置角的板互换。

[0025] 在另一方面，本发明涉及用于将粉末提供给三维打印机的粉末分配料斗。该料斗包括由其所限定的接收粉末的室以及至少部分地位于所述室内的分配机构。料斗可以相对于三维打印机上的制作表面布置。所述室限定至少一个出口，其被设计尺寸以及被布置成使预定量的粉末从它穿过，所述分配机构适于推动粉末穿过所述至少一个出口。该出口相对于待分配粉末被设计尺寸成：如果没有分配机构给出口附近的粉末提供正压力，就基本上没有粉末通过出口。

[0026] 在各种实施例中，所述至少一个出口包括多个沿着室的最下表面纵向定位的槽。出口的宽度沿着其长度可以改变，以便例如沿着出口在特定位置沉积更多或更少的粉末。附加地或替换地，可以调节出口的长度以与不同尺寸的制作表面相一致。料斗可以包括开闭所述至少一个出口的罩。在一个实施例中，分配机构适于以预定间隔自动地将粉末推动通过所述至少一个出口。另外，分配机构可以包括围绕一径向轴线间隔开的多个叶片，所述径向轴线的方位与所述至少一个开口平行，所述叶片与一旋转机构相连，所述旋转机构用于转动所述至少一个出口附近的叶片以便将粉末推出至少一个孔。在一个实施例中，分配机构的位置可以相对于出口改变，以便例如适应具有不同粒度的粉末。

[0027] 另外，所述室可以限定位于其顶部附近的入口用于接纳粉末。所述室可以连接至真空源用于通过入口从一遥远源将粉末抽进室。该入口包括扩散器来扩散进入室内的粉末。扩散器的形状和大小将根据特定的应用而变化。料斗还可包括位于入口和真空源之间的过滤系统。

[0028] 在另一方面，本发明涉及用于三维打印机的粉末传输系统中的过滤系统。该过滤系统包括一过滤器，其与两个方向的气流相适应并且具有至少两侧以及位于过滤器一侧的充气间。所述充气间是分段的并且相对于过滤器的侧面密封以便将过滤器的各部分隔离开。充气间适于使各个过滤器部分暴露于真空和正压力中的至少一个。在一个实施例中，正压力是大气压。充气间可以被分段成基本任何数目，例如两段、四段或八段。

[0029] 在各种实施例中，每个充气间段包括一个阀用于将相关的过滤器部分与真空源相连，从而将携带粉末的空气抽吸通过过滤器，过滤器防止粉末穿过其中。另外，这些阀适于将相关的过滤器部分与正压相连。在一个实施例中，这些阀可以是双向三位式阀，从而可以使用一个阀组件在真空和与过滤器部分连通的正压之间改变。在一个实施例中，过滤器部分可以交替地暴露于真空源和正压。另外，过滤器部分可以依次地交替暴露于真空源和正压。而且，系统可以适于安装至粉末分配料斗的入口上。过滤器可以涂敷有防磨材料，以减少由于暴露于粉末而造成的过滤器损坏。

[0030] 另一方面,本发明涉及用于三维打印机的粉末传输系统的多路阀。所述阀包括第一部分和第二部分,第一部分限定一端口,该端口与中央点径向间隔一固定距离,第二部分在中央点与第一部分连接。第二部分可相对于第一部分旋转并且限定多个端口。所述多个端口以与第一部分上的端口相同的固定距离围绕中央点径向地布置,这样当第二部分旋转到设定位置时每个端口可与第一部分的端口对齐,从而允许穿过其间流动。

[0031] 在各种实施例中,第二部分可以通过马达和齿轮组件相对于第一部分转动。第二部分可以响应于信号相对于第一部分自动旋转。在一个实施例中,阀包括至少一个止动件以限制第二部分相对于第一部分的旋转运动。阀还可以包括设置在第一和第二部分之间的密封件,其中第一和第二部分被偏压成与设置在它们之间的密封件接触。

[0032] 另一方面,本发明涉及用于三维打印机中的打印头封盖站。封盖站包括打印头盖支架以及位于支架上并且用于密封打印头的打印头面的至少一个打印头盖。支架相对于处于中间位置的打印头面将盖保持在垂直位置,即:不与打印头或者打印头托架接触。通过与支架接触的打印头和打印头托架中的至少一个,盖在打开或中间位置与封盖位置之间移动。

[0033] 在各种实施例中,封盖站包括位于支架上的多个盖。所述多个盖可以间隔开以与托架上的多个打印头对准。在一个实施例中,支架包括:固定支座、可移动支座以及与打印头和打印头托架中的至少一个接触的致动器片。打印头和打印头托架中的至少一个向前运动与致动器片相接触,导致可移动支座相对于固定支座枢转,从而将盖相对于打印头面定位在水平位置。打印头和打印头托架中的至少一个的持续运动使得盖相对于打印头面密封。另外,封盖站可包括适于防止一旦打印头被封盖就连续向前运动的止动件。在一个实施例中,打印头盖由柔顺材料制成,该材料在打印头面被盖住时能够响应于压力变化(例如,当盖与打印头面交界时可能发生压力升高)膨胀和收缩,从而不需要在盖中设置通气孔。在一个实施例中,封盖站使用四连杆机构在竖直位置和水平位置之间移动盖。

[0034] 在另一个方面,本发明涉及用于三维打印机中的废物处理系统。该系统包括:用于接纳打印头排放材料的接收器、与接纳接收器连通的保持接收器、以及用于将打印头排放材料引导到保持接收器中的排泄器。保持接收器包括适于吸收打印头排放材料的至少一部分的吸收性介质,其中打印头排放材料的至少一部分在保持接收器中固化。

[0035] 在各种实施例中,保持接收器适于促进打印头排放材料中的至少一部分的蒸发。系统(例如保持接收器)可包括空气传输装置,用于加速打印头排放材料的至少一部分的蒸发速率。空气传输装置可使用来自三维打印机的废热来加速蒸发速率。在一个实施例中,吸收性介质可移除地设置在保持接收器中,以方便抛弃并更换一个新的吸收性介质。替换地或者附加地,保持接收器可以是一次性部件。

[0036] 另一方面,本发明涉及用于三维打印机中的打印头的电子连接系统。连接系统包括将系统与信号源连接起来的基板,基板包括以固定图案设置的多个焊垫,一连接件被安装至基板并且适于给打印头提供信号,连接件限定多个定位在其中并与焊垫对应的阶梯形通孔,并限定多个选择地位于连接件的阶梯形通孔中的弹簧针,弹簧针向打印头提供来自信号源的信号。所述信号将电力和指示中的至少一个提供给打印头。在一个实施例中,系统包括设置在连接件和基板之间的密封件,以防止污染物的侵入。

[0037] 通过参照以下描述和附图,在此披露的本发明的这些和其它目的以及优点和特点

将变得显而易见。另外，应当理解，在此描述的各个实施例的特点不是彼此排斥的，而是可以存在于各种结合和改变中。

附图说明

[0038] 在附图中，同样的附图标在不同图中大体指示相同零件。并且，附图并不是必须按比例绘制，事实上强调的是显示本发明的原理。在以下描述中，本发明的各个实施例将参照以下附图被描述，其中：

- [0039] 图 1 是根据本发明一个实施例的三维打印机和伴随的粉末处理系统的示意图；
- [0040] 图 2A 是根据本发明一个实施例的与三维打印机一起使用的粉末容器的示意性透视图；
- [0041] 图 2B 是图 2A 的粉末容器的示意性侧视图；
- [0042] 图 2C 是显示通过图 2A 的粉末容器的气流的示意性侧视图；
- [0043] 图 3A 是根据本发明一个实施例的制作表面的示意性平面图，其包括放置在制作室中的节流板；
- [0044] 图 3B 是根据本发明一个实施例的包括两高度节流板和充气间的制作表面的示意性侧视图；
- [0045] 图 3C 是图 3B 的制作表面的一段的示意性侧视图，其中气流阀被关闭；
- [0046] 图 4A 是根据本发明一个实施例的分配料斗的示意性透视图；
- [0047] 图 4B 是根据本发明一个实施例的与分配料斗一起使用的槽板的示意性透视图；
- [0048] 图 4C 是根据本发明一个实施例的用在分配料斗中的旋转叶片组件的示意性透视图；
- [0049] 图 4D 是根据本发明一个实施例的替换旋转叶片组件的示意性透视图；
- [0050] 图 5A 是根据本发明一个实施例的带有内部扩散器的分配料斗的示意性透视图；
- [0051] 图 5B 是根据本发明一个实施例的用于放置在分配料斗上的分段粉末过滤器的示意性透视图；
- [0052] 图 5C 是根据本发明一个实施例的用于分段粉末过滤器的分段充气间的示意性透视图；
- [0053] 图 5D 是用于图 5C 的分段充气间的致动方法的示意性透视图；
- [0054] 图 5E 是图 5D 的致动方法的替换视图，其中为清楚起见充气间分隔件和齿轮未示出；
- [0055] 图 5F 是根据本发明一个实施例的用于图 5A 的分配料斗中的扩散器的示意性底视图；
- [0056] 图 5G 是沿图 5A 的线 5G-5G 截取的图 5F 的扩散器的示意性横截面视图；
- [0057] 图 6A 是根据本发明一个实施例的用于粉末处理系统的阀组件的示意性透视图；
- [0058] 图 6B 是图 6A 的阀组件的示意性侧视图；
- [0059] 图 7A 是根据本发明的一个实施例的处于竖直储存位置的盖装置的示意性侧视图；
- [0060] 图 7B 是图 7A 的盖装置的示意性透视图；
- [0061] 图 7C 是根据本发明一个实施例的处于水平封盖位置的图 7A 的盖装置的示意性侧

视图；

[0062] 图 7D 是根据本发明一个实施例的与打印头相接触的图 7C 的盖装置的示意性侧视图；

[0063] 图 7E 是根据本发明一个实施例的与用于图 7A 的盖装置的打印机盖相比较的标准打印机盖的示意性透视图；

[0064] 图 7F 是如图 7E 所示的标准打印机盖及用于图 7A 的盖装置的打印机盖的示意性侧视图；

[0065] 图 8A 是根据本发明一个实施例的带有水平放置的吸收性介质的废物收集单元的示意性侧视图；

[0066] 图 8B 是根据本发明一个实施例的带有竖直放置的吸收性介质的废物收集单元的示意性侧视图；

[0067] 图 9A 是根据本发明一个实施例的用于三维打印机的弹簧 (pogo) PC 板的分解透视图；

[0068] 图 9B 是根据本发明一个实施例的图 9A 的弹簧 (pogo) 基部的示意性剖视侧视图；

[0069] 图 9C 是处于组装构造的图 9A 的弹簧 (pogo) PC 板的示意性透视图。

具体实施方式

[0070] 在此描述的系统和部件可以与各种三维打印机以及相关装置一起使用，诸如那些在以下专利文献中披露的装置：美国专利 No. 5,902,441、美国专利 No. 6,007,318、美国专利申请 2002/0079601、美国专利申请 No. 2004/0012112、美国专利申请 No. 2004/0265413、美国专利申请 No. 2005/0280185、美国专利申请 No. 2006/0061613 以及美国专利申请 No. 2006/0061318，以上专利文献的全部内容通过参考被结合在本文。

[0071] 在本发明的一个实施例中，设置一个处理粉末的气动装置，允许粉末在三维打印机系统中自动地且快速地从一个地点传输至另一个地点，而且粉末的损失或者对打印机和 / 或周围环境的污染最少或者大致没有。图 1 中可以看见显示该构造的元件的示意性图表。

[0072] 图 1 显示了用于三维打印机的粉末处理系统 100。三维打印机包括其中建造三维物体的制作室 110 以及用于在打印期间收集所使用的过量粉末的至少一个溢流腔 120。在一些实施例中，溢流腔 120 毗邻制作室设置。在一些实施例中，系统 100 包括两个溢流腔 120、120'，前溢流腔 120 和后溢流腔 120'。分配料斗 400 中包含用于三维打印机中的粉末。粉末通过分配料斗 400 的底部处的槽从分配料斗 400 分配到桶架 130 或者打印机的工作表面上。然后桶架 130 可以与在此披露的三维打印机相同的方式在整个制作平台上铺洒粉末。分配料斗 400 可以被自动地从粉末处理系统 100 装载，而不会使用户或者环境暴露于粉末或灰尘。可以使用废物收集单元 800 来在打印过程中收集所产生的任何液态废物。由废物收集单元 800 所收集的任何液态废物然后被引导至容器 140 中，在经过或者不经过处理和 / 或过滤的情况下被移除。

[0073] 在一个实施例中，粘结剂液体通过从制作台上悬垂的可移动桶架 130 而施加，制作台包括制作室 110 和溢流腔 120、120'。桶架 130 还可以包括散布器，用于将制作材料从分配料斗 400 输送到制作台以产生递增层。桶架 130 还可以包括在至少一个粘结剂托架

中的粘结剂喷头，每个粘结剂喷头均与粘结剂供应源连接以便选择性地将粘结剂沉积在制作材料层上。在一个替换实施例中，分配料斗 400 可以将粉末直接分配到制作台上以便散布。

[0074] 在本发明的一个实施例中，粉末处理系统 100 可以包括气动装置以便将粉末在系统 100 内从一个位置移至另一个位置。在该实施例中，诸如鼓风马达的真空源 150 与分配料斗 400 连接以产生系统内的负压。

[0075] 结果，空气以及悬浮在空气内的任何粉末或灰尘将通过分配料斗的入口部 510 被吸入分配料斗 400 中。粉末通过软管 170 进入分配料斗 400。软管 170 可以与一个选装的阀组件 600 相连，阀组件 600 允许粉末从多个源被抽吸到软管 170 中。通过筛网或者“块分离器”180，可以防止粉末中携带的任何碎屑进入分配料斗 400 中。

[0076] 使用粉末过滤装置 500 将通过软管 170 进入分配料斗 400 中的粉末与空气分离。结果，所有进入分配料斗 400 中的粉末被保持在料斗 400 中以用于三维打印机。没有粉末的过滤过的空气行进到真空源 150，然后被排出到大气中，或者在一些实施例中被用于三维打印系统中的其它目的。

[0077] 用于分配料斗 400 的粉末可以从多个位置被提供，其中阀 600 被用来从一个粉末源到另一个粉末源切换气流路径。在图 1 的粉末处理系统 100 中，粉末可以从制作室 110、溢流腔 120、120'、除粉末室 190 或者粉末容器 200 进入阀。通风口 195 位于溢流腔 120 的侧面，用来收集来自工作空间的灰尘和粉末，它也可以在三维打印机的操作期间提供另一个粉末源。

[0078] 在三维打印机的操作期间，来自制作室 110 的多余粉末落入溢流腔 120、120' 的一个或两者中。在制作期间，真空源 150 可以以低速运行以便产生从通风口 195 通过阀 600 进入分配料斗 400 的气流。这不能完全消除操作期间产生灰尘，但是能显著地减少粉尘在机器和周围区域中的散布和沉积。借助通风口 195 的入口布置在溢流腔 120 的内部，例如靠近顶部，可以极大地减少灰尘沉积。这是由于在粉末撞击溢流腔 120 的底部时所产生的尘雾或者溢流腔 120 中先前沉积的粉末在从溢流腔 120 中逃逸之前就被吸入气流中并且进入分配料斗 400 中。

[0079] 在完成打印工作之后，可以致动粉末阀 600 以允许气流从其它粉末源行进以再填充分配料斗 400 并且再循环在前面运行中所使用的任何多余粉末。例如，阀 600 可以打开来自制作室 110 的气流，从而允许制作室 110 中的未打印粉末被移除并返回到分配料斗 400，而无需用户干预。在本发明的一个实施例中，包括节流板的制作表面 300 位于制作室 110 的底部。这些节流板可以阻止在制作进行过程中任何粉末通过制作室 110 的底部落下，但是在阀 600 开启来自鼓风马达的气流通路并且将负压施加在制作表面 300 的底部上时允许多余的未打印粉末通过制作室 110 的底部吸出并进入分配料斗 400 中。

[0080] 阀 600 还能开启从溢流腔 120、120' 经由溢流腔出口 121、121' 至分配料斗 400 的气流路径。如图 1 所示，溢流腔出口 121、121' 与阀的单个端口相连；然而，每个出口 121、121' 可以连接至阀 600 上的分离端口。在打印作业之后，操作过程中收集在溢流腔 120、120' 中的多余粉末可以被自动地从溢流腔 120、120' 移除并返回至分配料斗 400 用于再使用。附加地或者替换地（例如在没有提供通风口 195 的情况下），真空源 150 可以以低速运行以便产生从溢流腔出口 121、121' 通过阀 600 的气流，从而将粉尘从系统中移除。

[0081] 在一个替换实施例中, 阀 600 可允许气流一次从多位置到大分配料斗 400。在另一个替换实施例中, 阀 600 可以由分别控制气流从每个源至分配料斗 400 的多个分离阀更换。

[0082] 在三维打印机的一些实施例中, 一旦从制作室中已经移出完工的零件, 该零件可以被放置在除粉末室 190 中以便从零件上去除任何残留的松散粉末。除粉末室 190 可包括位于漏斗形容器(它也与阀 600 垂直)上方的筛网, 从而从零件上清除的任何多余粉末可以被吸回到分配料斗 400 以用于再循环。在一个替换实施例中, 在制作室本身中实施最后的除粉末, 其中松散的粉末通过制作表面 300 的节流板被抽吸并返回至分配料斗 400。

[0083] 一旦所有可获得的多余粉末已经从三维打印机的各个部件上被再循环, 则可以通过将粉末容器 200 连接至阀 600 而将额外的粉末添加到分配料斗 400。然后可以使用粉末容器 200 来装满分配料斗 400, 从而分配料斗 400 中有充分的粉末以开始新的打印运作。应当注意, 阀 600 可以连接至任何数目的粉末源, 包括以上所列的所有或一些, 并且可以手动致动以提供从给定源至分配料斗 400 的气流, 或者可以自动控制以便以任何给定顺序提供至多个单独源的气流。

[0084] 在本发明的一个替换实施例中, 粉末容器 200 可以通过软管 170 直接连接至分配料斗 400, 而无需阀 600。在另一个替换实施例中, 任何一个或多个粉末源可以通过软管 170 直接连接至分配料斗 400, 而无需阀 600。在这种实施例中, 粉末可以一次从多个位置被传输, 其中粉末既从直接连接至软管 170 的源也从连接至阀 600 的源被夹带。替换地, 阀 600 可以被关掉或者完全移除, 从而只能使用直接与软管 170 相连的源, 用于将粉末供应给分配料斗 400。

[0085] 因此, 该系统提供了一种从三维打印机中的多个位置再循环未使用粉末的方法, 极少需要或完全不需要用户的输入。阀 600 和鼓风机 150 由 PC 机或其它界面控制, 从而允许粉末处理系统 100 根据预设程序自动运行或者通过用户提供的输入远程致动。在使用过程中, 可以使用粉末处理系统 100 通过将多余粉末向上抽吸通过与溢流腔 120 相连的通风孔 195 来减少灰尘的产生。在替代实施例中, 可以利用另外的通风孔或者不同位置的通风孔来进一步收集多余的粉尘并因此减少在操作过程中对三维打印机和周围环境的污染。

[0086] 在完成给定制作后, 可以通过粉末处理系统 100 将多余的粉末从三维打印机的不同部件上去除, 从而允许再循环最大量的粉末, 同时清洁三维打印机, 而无需操作者直接干预。这能够极大地减少逃逸出来并可能污染三维打印机各部件和周围环境的粉末和灰尘的量, 同时还减少了在运行之间维护及清洁三维打印机所需的时间。通过更有效地回收和再循环多余的粉末, 以及减少操作者所需要的清洁和维护, 粉末处理系统 100 能够显著地改善三维打印机的效率, 同时还减少运行这种打印机所涉及的费用。

[0087] 在本发明的一个实施例中, 用于三维打印机的粉末由粉末容器 200 提供, 该容器的一个例子如图 2A 至 2C 显示。在该实施例中, 粉末容器 200 通过空气软管 210 与粉末处理系统 100 的阀 600 相连(或者如上所述直接连接至软管 170), 从而允许使用者利用最小的力气而完成粉末到分配料斗 400 的自动传输。

[0088] 粉末容器 200 可以在带有安全盖 205 的情况下进行传输和储存, 盖 205 覆盖真空软管连接件 220 和通风孔 230。一旦移除安全盖, 真空软管 210 能与真空软管连接件 220 相连, 以允许在真空源 150 打开并且阀 600 正确定位时粉末处理系统 100 收集粉末。或者, 如

上所述,真空软管连接件 220 能够直接与软管 170 连接。

[0089] 粉末容器 200 可包括盖子 240 和附接到其上的圆锥形侧壁 250。侧壁 250 在一个实施例中可形成具有圆形或椭圆形横截面的圆锥形状,尽管可以使用任何合适的横截面形状。椭圆形横截面形状是需要的,原因是该形状可减少或消除粉末桥接的趋势。当安全盖被布置在粉末容器 200 上时,没有空气能够进入或离开容器 200。在移除安全盖后,空气可能通过坐落在盖子 240 中的通风孔 230 进入容器 200 内部,并且通过位于容器 200 中央并与真空软管连接件 220 附接的内部喷嘴 260 离开。还可包括一外部壁或外壳 290 以允许粉末容器 200 容易地堆叠。在一个实施例中,粉末容器 200 及其相关部件可以由高密度聚乙烯通过例如注射模塑制造。

[0090] 在使用中,空气通过通风孔 230 流入,并且通过在盖子 240 的外边缘的环形槽 280 进入容器 200 的粉末保持区域 270。然后空气沿着粉末保持区域 270 的侧壁 250 向下行进,促进粉末向下流动至粉末保持区域 270 的底部并进入内部喷嘴 260。然后粉末被夹带到空气中并通过内部喷嘴 260 上升,进入粉末处理系统 100。图 2C 显示了当空气软管 210 连接到真空软管连接件 220 并且真空源 150 开启时空气流动通过粉末容器 200 的路径。如同所看到的,来自周围大气的空气通过通风孔 230 进入容器 200 并通过空气软管 210 离开(或者如上所述直接离开进入软管 170)。粉末保持区域 270 的圆锥几何形状有助于粉末朝着内部喷嘴 260 的底部向下流动,并且确保所有可获得的粉末由粉末处理系统 100 所夹带。

[0091] 在一个替换实施例中,一个或多个通风孔可以位于粉末容器 200 上的不同位置,并且可以由单独的安全盖覆盖。在另一个替换实施例中,真空软管连接件 220 可以包括快速脱离软管接头,当软管分离时该接头自动密封,而当软管连接时该接头打开(也打开通风孔)。在该实施例中,不需要安全盖。

[0092] 在制作室 110 中可包括一个用于对三维打印零件自动粗除粉末的装置。一般来说,该装置由制作活塞构成,制作活塞由充气间组成,充气间垂直于真空源并且由具有稀疏小孔图案的板覆盖,该板称为节流板。许多粉末具有流动特性,这允许它们在环境压力下桥接在孔上,从而零件能够以与具有固体制作活塞一样的方式被三维打印。在打印之后,致动真空源,制作板下面的压力下降至大气压以下,并且迫使粉末流动通过节流板中的孔,从而对三维打印零件部分地除粉末。

[0093] 然而,一些粉末(诸如细小干沙、玻璃珠或者 **zp®** 130 粉末(由 Z 公司获得))已经被充分地进行真空循环而除去所有细微颗粒,它们非常容易流动以致它们在三维打印过程中通过节流板中的孔掉落。一些粉末流动地如此容易以致不能开始三维打印过程,原因是由于流经节流板,所以床制备过程失败。在图 3A 中可以看到一种示例节流板。

[0094] 在本发明的一个实施例中,制作室 110 的底表面 300 可以利用包括多个节流板的节流板结构来提供一旦完成制作运行就从制作室 110 去除多余粉末的方法。从图 3A 和图 3B 可以看到一种包括节流板 320、330 和漏斗件 310(或充气间)的示例型制作表面 300。这种粗除粉末使得在移走三维打印零件之前大部分的多余粉末从制作室被去除,从而容易将零件从制作室移走而进行最后的除粉末。

[0095] 在操作过程中,活塞可以在制作室中降低制作表面 300 以允许在制作室中形成三维零件,如前述专利及专利申请所披露的。活塞可以通过一个安装件 315 连接至充气间/漏斗件 310 的底侧。在一个实施例中,充气间 310 由聚合体材料制造,诸如 **Noryl®** PX1391,

一种可从 GE 公司获得的聚亚苯醚聚苯乙烯混合物。

[0096] 通过使用具有两个或多个彼此水平和竖直偏移的单独节流板的制作表面 300，本发明能够克服现有技术的缺陷并且提供一种在打印过程中防止任何及所有粉末流入充气间的无源系统，同时在节流板下面引入负压时仍然允许除粉末过程中粉末的流动。在图 3B 和 3C 中可以看到制作表面 300 和充气间 310 的一个例子。

[0097] 在该实施例中，制作表面 300 包括由竖直间隙 340 分隔的上节流板 320 和下节流板 330。在一个实施例中，竖直间隙 340 通过使用间隔件 345 维持。另外，可以通过机械紧固件 347 将节流板 320、330 彼此固定。上节流板 320 上的孔图案与下节流板 330 上的孔图案水平偏移，使得任何板上的孔 350 都不竖直对齐。例如，对于均匀间隔孔，优选的偏移大约是连续孔之间节距的一半。应当注意在特定实施例中，孔不需要均匀间隔，而是可以以任何合适的图案间隔以提供使用系统 所需的间距。在一个实施例中，节流板由不锈钢制造。

[0098] 竖直间隙 340 应当足够小以便上节流板 320 的孔的边缘和下节流板 330 的相应孔的边缘之间的角度大于所使用的粉末的安置角 370。应当注意，“安置角”是对于颗粒固体有意义的工程特性。当散装颗粒被倾泻到水平表面上时，将形成圆锥堆。堆的边缘和水平面之间的角度称为安置角，它与材料的密度、表面积以及摩擦系数相关。具有小安置角的材料比具有大安置角的材料能形成更平的堆。

[0099] 在本发明的一个实施例中，竖直间隙 340 的高度可以调节以方便清除粉末或者使制作表面 300 与不同粉末的使用相适应。这种调节可以手动进行（例如使用变化高度的间隔件）或者由连接到制作表面的马达和 / 或活塞装置自动进行。

[0100] 竖直间隙 340 应当比粉末的最大期望粒度足够大，以便允许粉末在操作期间在上节流板 320 和下节流板 330 之间容易地流动。充气间 310 位于制作表面 300 下面并且附接至真空软管连接件 380。空气软管可以连接至真空软管连接件 380 并且通至阀 600。因此通过打开阀 600 并且打开真空源 150，在充气间 310 种建立负压。

[0101] 在操作中，制作表面 300 形成制作室 110 的底部。在三维打印机的操作过程中，阀 600 关闭，从而允许粉末 360 落在上节流板 320 上。从图 3C 可以看出，粉末可以流过上节流板 320 中的孔 350 并以在竖直间隙 340 中着落成具有安置角 370 的圆锥堆。当下节流板 330 与上节流板 320 足够偏移时，粉末 360 着落在下节流板 330 的表面上，并且不会通过下节流板 330 中的孔 350 落下。因此，组合节流板为粉末 360 提供支撑，允许粉末 360 按三维打印的需要在制作表面 300 上均匀铺展。

[0102] 一旦已经打印三维物体，就打开阀 600 并且开启真空源 150。这在下节流板 330 下面建立一个负压。该负压将产生足够的吸力以使粉末 360 流动并且迫使它流过上节流板 320 中的孔 350、通过竖直间隙 340、并且通过下节流板 330 中的孔 350 出来。结果，可以快速地将粉末从制作室 110 中去除并且使之返回分配料斗 400 待重新利用。为增加粉末去除功能，可以使用选装罩 312。在完成打印之后罩 312 可位于制作室 110 上或上方。罩 312 将制作室 110 的内部空间 316 与周围环境隔离。密封件 314 可位于罩 312 和室 110 之间以减少或消除空气泄漏。

[0103] 在本发明的一个替换实施例中，下节流板 330 可以相对于上节流板 320 水平移动以允许孔从偏移构造移至对准构造，从而增加除粉末过程中粉末通过节流板的流动。在该实施例中，在上、下节流板之间可以不需要竖直间隙，因为在两个板对准时粉末将自由地流

过两个板上的孔,而不管是否有竖直间隙。马达或其他合适的致动方法可被用来将其中一个板或者两个板从偏离(即不对准)构造移成对准构造。

[0104] 在本发明的特定实施例中,可以根据所使用的特定粉末提供具有不同尺寸或不同构造孔的节流板。或者,可以将制作表面 300 设计成一个单独的节流板对能够支撑粉末,而不管被使用的特定粉末。在另一个实施例中,制作表面 300 包括振动机构 335,从而可以振动一个或多个节流板以便有助于从制作室中去除粉末。附加地或替换地,可以振动整个装置(即充气间 310、节流板 320、330 等)以便有助于去除粉末。在一个实施例中,振动机构 335 是小型直流马达,在它的轴上具有偏心配重,不平衡的配重将振动施加在室 110 上。

[0105] 本发明的一个实施例包括一种装置,一旦粉末被气动地传输到分配料斗 400 就将粉末从分配料斗中分配出去。当施加粉末用于三维打印时,将粉末以大约等于制作活塞宽度的长度线分配是大体有利的。有许多在一点分配粉末的方法,但是它们在竖直空间上是效率差的(因为储存料斗像圆锥一样朝着一点逐渐变窄),它们需要一个附加机构,以便在散布辊将粉末铺洒在制作活塞上之前将粉末沿着散布辊的长度铺洒。该分配器还需要沿着散布辊的长度均匀地分配粉末以便制作活塞的所有区域被充分地覆盖,而不会有余量的粉末溢出。被分配的粉末量还需要是可重复的,从而每层被分配大致相同的量。总的来说,分配装置不剪切粉末是合乎需要的,因为这会由于进一步混合成分而改变粉末的性质。许多三维打印粉末会由于高剪切而被破坏或效率下降。

[0106] 期望的是:分配粉末装置可以用于具有各种流动特性和压实密度的粉末。该分配系统必须进一步作用于大范围的粉末湿度含量并且必须不能被粉末堵塞或者改变被分配粉末的体积,而不管环境条件、粉末类型、粉末状况或者使用持续时间。

[0107] 图 4A 至图 4D 显示了以上面所需方式将粉末从分配料斗分配的一种方法。图 4A 显示了用于三维打印中的分配料斗 400。在该实施例中,分配料斗 400 的底部 402 大致为半圆筒形状,其中半圆筒的底部具有可供粉末分配通过的槽 410。圆筒部上方的分配料斗 400 的几何形状可以以任何满足三维打印机和粉末分配系统 100 的体积和几何形状的方式成形。槽 410 的宽度可以制造成所关注的粉末不会自由地流出槽 410,而是“桥接”槽 410,从而必须将力施加在粉末上以便推动它通过。

[0108] 在本发明的一个实施例中,一个或多个叶片 420 被安装到轴 430 上,轴 430 与分配料斗 400 的半圆筒形底部中心线共线。在该实施例中,可以通过旋转轴 430 和附属叶片 420 由槽 410 分配粉末。当叶片 420 旋转时,它从上方进入分配料斗 400 的半圆筒形底部并开始将粉末推出槽 410。粉末继续离开槽 410 直至叶片 420 穿过槽 410 并开始在另一侧沿着半圆筒形壁向上运动,此时不再有粉末被释放直至下一个叶片 420 接近槽 410。当轴 430 不转动并且一个或多个叶片 420 不运动时,粉末流动也停止。在图 4A 中,叶片组件 470 包含两个围绕轴 430 彼此分离 180 度的叶片 420。所描绘的叶片 420 和槽 410 的形状大体是细长的矩形形状,然而,叶片 420 和槽 410 的尺寸和形状可以变化以适应特定的应用。轴 430 和叶片可以例如由 1/20HP 马达和齿轮箱驱动。

[0109] 槽 410 的宽度可影响从分配料斗 400 流出的粉末的量并且能决定在分配装置静止时粉末是否自由流动。槽 410 可以是连续的或者中断的,这取决于三维打印系统的需要。在本发明的一些实施例中,通过使用中断槽可以更容易控制宽度公差。在一个实施例中,在分配料斗底部的槽 410 事实上可包括直线型短槽 440,诸如在图 4B 中所显示的。在该实施例

中,有槽部分包括单独的槽板 450,其可以通过可拆卸的安装硬件 460 附接到分配料斗 400 上。结果,具有不同宽度和构造的槽可以被用于不同的粉末或打印操作,这取决于系统的特定需求。在带有多个短槽构造的实施例中,粉末的离散堆将在分配系统的每个短槽下面形成。这些离散堆在散布辊朝着制作室 110 移动粉末时会流动形成一个连续的粉末珠。

[0110] 在特定实施例中,也可以通过具有不均匀槽宽而改变粉末分布。例如,通过使端部的槽更宽而将更多的粉末分配在槽板 450 的端部。这可用来补偿在散布过程中在粉末散布器的边缘周围流动并且掉出制作室 110 的粉末。它也可以用来补偿由于粉末或者分配机构与分配料斗 400 的端壁相互作用而产生的边界效应。改变槽的图案还可以被用来调节在以下区域中被分配的粉末量,其中在这些区域中给叶片组件 470 添加加强件以防止偏转。

[0111] 叶片组件 470 可通过将一个或多个叶片 420 安装到轴 430 上而形成。图 4C 中显示了包含加强件 480 的叶片组件 470。在该实施例中,叶片系统 420 以及叶片 420 与分配料斗 400 壁的半圆筒部之间的距离对被分配的粉末量以及操作过程中施加在粉末上的剪切力有很大的影响。对于壁和叶片 420 之间的非常小的间隙,剪切力可能相对较高并导致分配相对大量的粉末。对于更大的间隙,剪切力可能较小,将是被分配的粉末量。

[0112] 这种关系意味着叶片组件 470 的径向公差对于被分配的粉末量具有很大影响。如果叶片 420 是长且薄的,它们会朝着其中部偏转,因此靠近中部分配的粉末量小于在叶片 420 的端部分配的粉末量。即使没有偏转,制造公差也会影响从叶片到叶片的产出重复性。为了抵消叶片的偏转,可以将一个或多个加强件 480 结合到叶片组件 470 中。但是,虽然加强件 480 将减少叶片 420 的偏转,但是加强件的存在会扰乱粉末并且会改变在加强件 480 附近的槽区域中被分配的粉末量。再者,这种影响可通过改变在那个区域中槽的宽度而被补偿。

[0113] 对付这种变化的一种方式是将系统设计成叶片组件 470 转动整数 (“n”) 的全转以便分配相当一层的粉末。将叶片组件 470 旋转整数倍也能补偿在每个叶片形状、角度以及刚度方面的小差别,这将导致通过每个叶片分配的粉末量的细微不同。通过使每个叶片穿过槽 410 相同的次数来分配相当一层的粉末,可以消除通过角度旋转而分配的粉末的变化 (“ θ 变化性”,其中 θ 代表叶片组件 470 旋转通过的角度)。图 4A 所显示的包含两个绕着轴 430 间隔 180 度的叶片 420 的叶片组件 470 将只在全转的四个 90 度段中的两个期间分配粉末。在另外两个 90 度段期间不分配粉末。对于这种系统,必须已知叶片 420 的任何位置或者系统必须转动全转的整数倍。

[0114] 在叶片组件 470 转动固定转数的替换实施例中,叶片组件 470 可以转动固定的角度距离 (X 度),然后返回相同的距离。这种结构提供每次使用相同的叶片和槽结构,从而消除不同叶片的可变性。

[0115] 具有四个叶片 420 的系统可以更加独立转动,因为一个叶片 420 总是在“工作区域”,这使得粉末从分配料斗 400 的槽被分配 (即在位于槽“上游”的分配料斗 400 的半圆筒形区域的部分中)。图 4C 显示了具有围绕轴以 90 度分开的四个叶片 420 的叶片组件 470 的示例。在该实施例中,被分配的粉末量可以根据分配料斗 400 的“工作区域”内的叶片位置进行某种程度的改变。为了消除这种残余的位置依赖性,有必要进一步增进叶片的数目或者槽的尺寸。

[0116] 在一个替换实施例中,可以将更多或更少数目的叶片 420 结合在叶片组件中,这

取决于三维打印机的特定需求。通过增加叶片 420 的数目,可以增加从分配料斗 400 中分配粉末的频率。也可以通过改变轴 430 和叶片组件 470 的旋转速度来控制分配粉末的频率。在另一个替换实施例中,可以改变一个或多个叶片的形状和节距以改变叶片每次经过而分配的粉末量。

[0117] 可以通过马达和齿轮组件或者安装到分配料斗 400 上的其他合适装置控制轴 430 和叶片组件 470 的旋转。在一个实施例中,这种马达和齿轮组件可以由操作者控制,或者连接至三维打印机的操作系统以进行自动致动。结果,马达可以开动或关闭,并且响应于用户和 / 或打印机控制系统的指令而控制旋转速度。

[0118] 在本发明的一个实施例中,可以改变槽的宽度以增加或减小一次被分配的粉末量。槽可以进一步被完全关闭以停止分配任何粉末。在一个示例中,槽可以在打印操作之间自动关闭以阻止任何粉末意外掉出并阻止任何湿气或其他污染物进入分配料斗 400。对槽的控制可以人工实现或者通过马达或其他合适机构实现。槽的定位在一个实施例中可由三维打印机控制系统控制。附加地或替换地,可以使用罩 412 来在打印期间或打印作业之间关闭槽。罩 412 可以人工定位或者通过例如可移动紧固件而固定到位。或者,罩 412 可安装在轨道上并且相对于槽 410 可滑动地定位。

[0119] 图 4D 中显示的组件如同大量单个叶片作用并且减少由于 θ 位置而带来的改变。在该实施例中,叶片组件 490 由圆筒构成,其圆周面上带有多个叶片 420 和间隙 425。在该实施例中,圆筒提供更大的缠绕强度和偏转阻力,同时大量的叶片提供大的粉末移动能力。在操作中,圆筒叶片组件 490 在其转动时一致地分配粉末,并因此需要以规则的间隔开启和关闭以允许粉末按照需要被离散地分配。可以通过圆筒侧壁中的孔 495 将圆筒叶片组件 490 安装在轴 430 上。轴再依次安装至马达或其它合适的装置上以控制圆筒叶片组件 490 按照需要旋转。

[0120] 大体而言,料斗 400 和相关部件可以由金属和 / 或聚合体材料制造。例如,槽板 450 和叶片 420 可以为不锈钢,料斗本体可以为结构泡沫塑料材料,诸如聚苯氧基树脂。各种部件可以由传统制造技术制造,诸如注射模塑、挤压、冲压、切割、成型和焊接。

[0121] 在本发明的一个实施例中,被分配的粉末量由粉末的容积密度而定。在通过粉末处理系统 100 气动地传输粉末而填充分配料斗 400 之后,由于粉末的通风使得容积密度更低。这类似于在粉末刚刚从容器倾倒出之后粉末容积密度的降低。在这些情况下,对于叶片组件 470 的少数旋转就可分配更大数量的粉末。叶片组件 470 通过粉末的运动具有将粉末局部压实为一致密度的效果。在叶片组件 470 旋转多次之后,粉末迅速地达到稳定状态容积密度,随后被分配的量将非常恒定。

[0122] 为了避免操作期间的这个问题,在打印运作之前或者在额外的粉末已经被添加到分配料斗 400 中之后,槽被关闭,并且在打印运作之前叶片组件 470 转动数次以便在操作之前获得稳定状态容积密度。在该实施例中,没有粉末被分配,直至粉末的容积密度达到其稳定状态,这之后槽被打开,继续正常操作。

[0123] 在本发明的一个实施例中,扩散器和过滤系统 500 可以被安装在分配料斗 400 上以便给粉末处理系统 100 提供一个将粉末从一个或多个遥远位置抽吸到分配料斗 400 中的气动装置。在该实施例中,粉末可通过分配料斗 400 一侧上的入口 510 被夹带进入分配料斗 400。通过入口 510 进入的空气和粉末穿过扩散器 520 以降低进入分配料斗 400 的空气

和粉末的速度,从而减少对过滤系统和料斗 400 的损坏,并且减少对料斗 400 中压实粉末的干扰。

[0124] 过滤装置 500 可经由框架 505 被安装在分配料斗 400 的顶部,其中通过过滤器 530 的孔气通道通向真空源 150,真空源 150 在粉末处理系统 100 中提供负压。过滤器 530 防止粉末离开分配料斗 400,经过真空源 150,并出来进入到大气中。

[0125] 进入分配料斗 400 的空气以高速行进。用于三维打印的许多粉末是高度磨损的。如果夹带磨损型粉末的高速空气撞击过滤器 530,就可能侵蚀过滤介质。在本发明的一个实施例中,可以使用 HEPA 过滤器(高效颗粒空气过滤器)。许多 HEPA 过滤器具有作为外层的多孔 PTFE(聚四氟乙烯)薄膜,例如可从 Donaldson 公司购买的 **Tetratex® 6277**。这可增加过滤器的效率,尤其在微米和次微米范围,并且使得更容易清洁,但是 PTFE 层是软的并易于损坏。三维打印中所使用的一些粉末可能非常密集地压实,从而压实块不是非常透气的。当这些类型的粉末用真空吸进分配料斗 400 中时,它们在过滤器上形成一个块,从而增加了整个过滤器的压降并降低了可用来传输粉末的压差。事实上,已经发现:一分钟或两分钟足以在过滤器上形成块,以防止额外的粉末被输送到进给器中。

[0126] 由于撞击空气夹带的粉末所带来的过滤器磨损问题可以通过使进入分配料斗 400 的空气穿过隔板或扩散器 520(见图 5F 和 5G)而得以解决,隔板或扩散器 520 具有减慢空气并增加粉末和空气进入分配料斗 400 剩余部分的容积的效果。图 5A 示出了布置在分配料斗 400 中的扩散器 520 的一个实施例。在该实施例中,扩散器 520 由管状体构成,在管状体的壁中有大量的小孔 524。在本发明的一个实施例中,管子材料可以是抗磨损材料(诸如硬金属),以减小使用期间对扩散器 520 的损坏。

[0127] 一般而言,管状体的形状和方位是:掉落地过滤器 530 的粉末不会聚集在扩散器 520 的顶表面上。在该实施例中,扩散器 520 的顶侧 526 成楔形,从而允许从过滤器 530 掉落的任何粉末滑出扩散器并掉进分配料斗 400 的下部。扩散器 520 可以由穿孔钢板(例如通过折叠)或者任何其它合适的材料制造。在该实施例中,穿孔仅布置在扩散器 520 的下部 522 上,将进入的空气和粉末朝着分配料斗 400 的下部引导。在替换实施例中,穿孔可布置在扩散器 520 的所有侧面,或者只布置在扩散器 520 的顶侧 526 上。扩散器可以为钻石形、圆筒形、楔形或者这些形状的组合(例如顶部是楔形,底部是圆筒形),或者任何其它合适的形状。在另一个替换实施例中,扩散器可以是倒 V 形,从而允许粉末朝着分配料斗 400 的下部自由掉落,同时防止它直接撞击在过滤器 530 上。

[0128] 在本发明的一个实施例中,可以通过定期清洁过滤器 530 而解决粉末在过滤器 530 上结块并堵塞过滤器的问题。本领域的普通技术人员将意识到:在过滤器上没有压降时(诸如在关掉真空源 150 时)有几种清洁过滤器的方法。但是,由于粉末块可迅速地形成,所以期望的是能够在开启真空源 150 时能够清洁过滤器 530,同时不会显著地影响粉末处理系统 100 的粉末传输功能。

[0129] 在本发明的一个实施例中,过滤器 530 可以分段成两个或多个独立的段 531。分段过滤器 530 的一个例子(在这种情况下六个分离的段 531)可以从图 5B 看到。这里,过滤器 530 的分段可以通过在过滤介质上模制弹性体框架 535 而完成。弹性体(例如硅树脂)可以结合到过滤介质上,从而气动地隔离每个段。弹性体还可作为垫圈,将每个过滤器段密封到匹配的充气间段,从而允许单独控制到每个段的气流。在该实施例中,段 531 以径向

图案布置，虽然在本发明的其它实施例中可设想段 531 的任何布置。图 5B 中显示的过滤器 530 是折叠式过滤介质，虽然也可使用非折叠式介质。在一个实施例中，过滤器 530 的“脏”侧可包括在过滤介质上的膨胀 PTFE 薄膜，虽然这不是必须的。应当注意：如果需要，可以使用两个或更多的过滤器来过滤离开分配料斗 400 的空气。在一个实施例中，过滤器 530 经由互锁结构 532、534 连接到框架 505。另外，可在过滤器 530 和框架 505 之间包括密封件，以防止空气从过滤装置 500 周围进入料斗。

[0130] 通过将过滤器 530 分成多个分离的段 531，气流可通过每个段被控制。因此，大部分段可被设定为过滤流至真空源 150 的空气，而一个或多个其它的段 531 可暴露于反向气流，以便从该过滤器的段移除粉末并因此清洁它。在该实施例中，布置在分段过滤器 530 的“清洁”侧的充气间也被分割成分离的段 533，其中阀分别控制通过充气间的每个段的气流。在本发明的一个实施例中，段的数目选择成：可获得的过滤面积的减小要足够的小，以致于在清洁一个段时不会显著影响粉末处理系统 100 的性能。对非常大数目的段的折中是昂贵的，相对所使用材料损失的过滤面积用来产生段边界。

[0131] 在该实施例中，空气可以从分配料斗 400 通过过滤器 530 的多个段并且向外通过充气间向真空源 150 继续流动。充气间的阀将一个或多个过滤器段与气流隔离，并且事实上将过滤器的“干净”侧暴露给诸如来自大气或者其它压力源的高压空气。这种高压空气可以处于周围大气的环境压力下，或者处于任何正压下（即：任何大于粉末处理系统 100 内的压力的压力）。该正压 / 高压可以通过简单地开启通向大气的阀或者通过开启通向单独气流源的阀而建立。当高压空气比分配料斗 400 中的空气压力更大时，气流反向并从过滤器的干净侧流至脏侧。空气从周围空气流过过滤器 530 的一个或多个隔离段 531，从干净侧流至脏侧，将引起粉末掉出该段，从而清洁了过滤器段。

[0132] 位于分段过滤器 530 的“干净”侧上方的充气间的一个例子可以从图 5C 中看到。在该实施例中，充气间 540 相应于图 5B 所示的过滤器 530 的六个过滤器段 531 被分成六部分或段 533。肋 550 将充气间 540 分成各段并且密封过滤器 530 的每部分之间的弹性体段边界。每个充气间段 533 包括阀组件 560，其允许充气间段对于来自真空源 150 的空气路径敞开，或者对于周围环境中的高压空气敞开。充气间段通过单独的中央充气间 570 对于来自真空源 150 的空气路径敞开，中央充气间 570 附接至通向空气路径（诸如通向真空源 150 的空气软管）的出口 580。在一个实施例中，充气间由结构泡沫塑料制造，诸如 **Noryl® FN215X**，它是一种可从 GE 公司购得的聚苯醚和聚苯乙烯混合物。肋 550 可以由聚苯醚和聚苯乙烯混合物制造，诸如 Noryl GFNI，也是从 GE 购买。阀及其相关部件可以由带有加强件（诸如 10% 的芳香尼龙纤维和 15% 的 PTFE）的乙缩醛制造。

[0133] 在本发明的一个实施例中，段是径向的，从而阀组件 560 可以由旋转运动致动，这实施起来要比其它可能的系统便宜。在该实施例中，阀组件 560 在每个充气间段包括两个阀，它们连接至同一阀杆并且由一个机构同时致动。当阀敞开至环境并且因此对于中央充气间 570 和出口 580 关闭时，环境和分配料斗 400 之间的压差将迫使空气流入充气间，由干净侧至脏侧通过过滤器段，然后通过与真空源 150 相连的另一个过滤器段退回。

[0134] 当两个阀都打开时，空气可以直接从环境流到真空源 150，而不会通过过滤器 530。空气路径成为到真空源 150 阻力最小的路径。如果发生了这种情况，压力以及可用来移动粉末的流动将下降到几乎零。消除这种可能性的一种方法是在打开一个阀之前关闭另

一个阀。在两个阀是单一件和 / 或在它们被同时致动的实施例中, 每个段的两个阀不被同时开启任何大的时间段是重要的。因此, 可能有必要使阀非常迅速地改变状态以避免粉末处理系统 100 中的压差的下降。

[0135] 图 5D 和 5E 中显示了开启和关闭阀的一种方法。在该实施例中, 弹簧凸轮 585 被安装在连接至马达 575 的齿轮组件 590 上。在一个实施例中, 马达是可从 Danaher Motion 购得的 Portescap™#42M048C-N 步进马达。当马达 575 转动齿轮组件 590 时, 凸轮 585 经由凸轮随动件 595 依次与阀组件 560 的每一个接触。凸轮 585 然后通过将阀组件 560 从一种状态切换至另一种状态 (即从相对于中央充气间 570 敞开并且相对于环境关闭到相对于中央充气间 570 关闭并且相对于环境敞开, 反之亦然) 而依次致动阀组件 560。一旦凸轮 585 通过阀组件, 阀就通过由阀弹簧施加的力或者通过作用在整个阀上的压差返回其原始位置。在一个实施例中, 对于每个充气间段的肋 597 在弹簧凸轮 585 转动时压下它。在一个替换实施例中, 分离肋 550 的充气间可用来提供弹簧凸轮 585 的致动。当凸轮 585 旋转通过肋 597 时, 它从肋 597 下落并且迅速地返回其未偏转位置。当这样做时, 它接触阀上的凸轮随动件 595 并使得阀改变状态。因此, 当马达 575 和齿轮组件 590 围绕充气间 540 沿圆形运动驱动凸轮 585 时, 凸轮 585 和凸轮随动件 595 打开和闭合每个阀。在一个替换实施例中, 多个凸轮 585 可安装在齿轮组件 590 上以允许一次清洁多于一个过滤器段。

[0136] 在另一个替换实施例中, 每个阀组件 560 可具有它自己的致动装置, 从而任何单个阀可以响应于来自控制器的信号而打开或闭合。在该实施例中, 过滤器段不需要以特定顺序关闭和打开, 而是可以以任何顺序或者在任何时间打开和闭合以进行清洁。例如, 在每个段中可包括压力传感器 562 或其他合适的传感装置, 当过滤器 530 的特定部分变得堵塞时, 它们可以感测到。然后过滤器控制件致动那个部分的阀以便立即清洁过滤器 530 的那个区域。

[0137] 在另一个替换实施例中, 阀和齿轮组件可以用在设定位置具有孔或槽的转盘替换。当转盘旋转时, 这些孔与充气间的孔或槽匹配, 从而将充气间的一部分向大气或者中央充气间 570 敞开一个给定期。通过使孔偏置, 盘可被布置成在一个孔暴露之前覆盖并密封另一个孔, 这意味着一个给定的段永远不会在任何一个时间同时敞开至大气和真空源 150 两者。

[0138] 本发明的一个实施例包括阀, 其允许粉末处理系统 100 内的气流 源被变化。因此, 根据需要, 粉末朝着分配料斗 400 从许多不同的源流动。

[0139] 在一个实施例中, 阀由两个可相对彼此旋转的板构成。从图 6A 和 6B 中可看见多路阀 600 的一个例子。在该实施例中, 第一板 610 可包括单个口 620, 其通过空气软管连接至分配料斗 400 和真空源 150。第二板 630 可包括多个口 640, 允许该板连接至多个不同的粉末源, 包括但不限于制作室、溢流腔、通风孔、除粉末器以及粉末容器。在一个替换实施例中, 第一板 610 和第二板 630 均可包括多个口, 从而允许粉末处理系统 100 内不同位置之间的多个气流通路。在一个实施例中, 阀部件由填充有 10% PTFE 的静态消耗乙缩醛制造。

[0140] 在一个实施例中, 第一板 610 连接至齿轮系 650 和马达 660, 允许第一板相对于静止的第二板 630 旋转。第一板 610 沿其外圆周可具有齿轮齿用于啮合齿轮系 650。马达 660 也可以是上述 Portescap(TM) 马达。通过相对于第二板 630 旋转第一板 610, 口 620 可以与第二板 630 上的任何口 640 对齐。因此, 气流可以是从任何粉末源朝着真空源 150, 从而允

许多粉末按照三维打印机的需要从任何位置被抽吸到分配料斗 400 中。

[0141] 该系统的一个优点是：真空源 150 的使用意味着两个板之间的密封不需要很完美。当粉末流相对于阀 600 周围的大气是负压时，粉末不会由于两个板之间不够完美的密封而泄露。这就能允许较小的弹簧力和较小的马达来克服密封摩擦。

[0142] 在一个替换实施例中，第二板 630 可转动而第一板 610 静止，或者两个板均可转动。板相对于彼此的旋转可以通过任何合适的装置完成。在图 6A 和 6B 所显示的实施例中，步进马达 660 和齿轮系 650 定位在运动板的周边上。在该实施例中，片 670 限制并控制运动的第一板 610 相对于静止的第二板 630 的转动。这可通过旋转第一板 610 直至到达一止动点而允许系统在任何时间再归零。片还可用作将板的运动限制为一转或更少，以避免由于多次旋转而可能发生软管扭转。另外，编程在马达控制器中的任何虚拟停止或者马达 660 本身的停止可用来限制板相对于彼此的转动。

[0143] 两个板可通过中央定位的弹簧有肩螺钉 680 和螺母 684 而保持在一起。这允许在（经由弹簧 682）提供法向力以将两个板密封在一起的同时允许旋转运动。通过将来自有肩螺钉的弹簧力产生的压力集中在一有限区域，使得围绕静止板上每个孔的隆起凸台 686 可产生相对运动板的密封。也可利用其它在中央或者边缘处将板保持在一起的合适装置。

[0144] 在本发明的一个实施例中，运动的第一板 610 可旋转以便与静止的第二板 630 的实心区域对齐，从而如果需要的话允许空气流动终止。应当注意：流动方向对于阀而言并不重要，真空源可垂直于运动板或静止板。另外，在某些实施例中，空气作动件可放置在高压系统中阀的上游。

[0145] 三维打印的另一个挑战是在打印运行期间以及之间保持打印头清洁，同时还在三维打印机不用时防止粘结剂流体在打印头喷嘴中变干或成冻胶。干燥的或冻胶的粘结剂堵塞喷嘴并阻止打印头适当地喷射。第二个问题通过使打印头在打印作业末期与盖子接触并且在打印机不用时保持它被盖住而得以解决。盖子被设计成消除喷嘴周围的空气流动并因此减慢粘结剂的变干速度。

[0146] 不幸的是，在现有三维打印机中，第一个问题经常由于第二个问题的解决而加剧。在打印过程中，由于铺洒粉末并且利用粉末打印而扬起灰尘。一些灰尘着落在盖子上。因此，当打印头被盖住时，已经落在盖子上的灰尘可污染打印头的表面和喷嘴板。

[0147] 在本发明的一个实施例中，灰尘落在盖子上的问题通过在盖子不使用时使它们储藏在竖直位置而减轻。因此，盖子的工作表面部分地免受灰尘污染，原因是竖直对准的盖子较不容易被灰尘覆盖。本发明的一个实施例见图 7A 至 7D。该盖子装置 700 包括基部 710 和盖支撑件 720，一对连杆 730 将两者围绕枢转点 740 连接起来。打印头盖 750 被安装在盖支撑件 720 上并且因此能够从图 7A 和 7B 所显示的竖直对准位置移动到图 7C 和 7D 所显示的水平对准封盖位置。连接一对连杆 730 的弹簧 755 在盖装置 700 的竖直对准储藏位置偏压盖装置 700。封盖站的不同部件例如由填充 15% PTFE 和 10% 芳香尼龙纤维的乙缩醛制造。

[0148] 在操作中，当将要给打印头 760 封盖时，打印头托架移至盖装置 700 并且与盖支撑件 720 上的致动器片 765 接合。片 765 可由打印头 760 或者托架接触。当打印头托架水平移动时，它迫使盖支撑件 720 围绕枢转点 740 枢转并且从其竖直对准储藏位置移至其水平对准封盖位置。当盖装置 700 接近其封盖位置时，盖子 750 将抵接打印头 760，并且为打印

头 760 提供密封,从而消除喷嘴周围的气流并因此减慢粘结剂变干的速率。

[0149] 当打印头 760 准备好使用时,托架水平地移离盖装置 700,释放致动器片 765 上的压力,并且允许盖装置 700 返回其竖直对准储藏位置。弹簧 755 提供回复力,该回复力在盖装置 700 不被打印头托架接合时将其偏压到竖直对准储藏位置。结果,盖装置 700 只有在打印头和 / 或托架已经接合致动器片 765 并且打印头与盖 750 接触时定位在水平对准封盖位置。

[0150] 在该实施例中,使用四连杆机构来在水平方位(这时对打印头进行封盖)和竖直方位(用于储藏)之间移动打印头盖。应当注意,四连杆机构只是在竖直方位和水平方位之间移动盖子的一种装置,可以设想其他合适的操作装置。盖装置 700 在由打印头和 / 或托架接合时从竖直对准移至水平对准,然后在脱离接合时返回竖直对准。在一个替换实施例中,也可使用任何合适的机械和 / 或液压装置(包括但不限于齿轮组件、弹簧、枢转臂、柔性件和 / 或活塞)来给盖装置 700 提供合适的枢转运动以及回复力。在另一个替换实施例中,当打印头托架远离盖装置 700 移动时,回复力由打印头托架提供,因此在盖装置 700 本身内不需要回复弹簧力。

[0151] 喷墨打印机的另一个问题是在打印头被封盖时,盖子的设计会引起喷嘴处的压力峰值,该压力峰值会使得打印头吸入空气并造成喷嘴的不加注或者缩短打印头的寿命。纸打印机中对该问题的标准解决方案是在盖子中设立通风孔以防止压力峰值。然而,在三维打印中,该通风孔可能成为粉末的另一个污染途径。

[0152] 本发明的一个实施例包括不需要通风孔的打印头盖。事实上,盖子包含大量竖直柔顺性,从而提供完全的密封,而没有粉末污染途径,同时避免了封盖期间可能的压力峰值问题。从图 7E 和 7F 可以看见该实施例的一个例子,连同包括通风孔的标准盖子的例子。

[0153] 在该实施例中,打印头盖 750 包括一个或多个安装在安装板 775 上的密封表面 770(在该情况下是两个密封表面)。柔顺性由盖材料以及安装板 775 的几何形状提供,从而为密封表面 770 提供了弹簧型安装。带有通风孔 785 的标准盖 780 被显示在柔顺型打印头盖 750 的旁边以供比较。

[0154] 在本发明的一个实施例中,柔顺型盖 750 的密封表面 770 和 / 或安装板 775 由橡胶、泡沫塑料或其他合适的柔顺材料形成,例如具有 30 肖氏 A 硬度的硅树脂。在一个替换实施例中,柔顺性通过将盖子安装在弹簧装置上而提供,使得当盖抵接打印头时盖具有特定量的“弹性”。在另一个替换实施例中,盖子可以既包括柔顺材料也包括弹簧安装件。

[0155] 三维打印机在正常操作期间产生液体废物。根据三维打印机的设计,有高达三种浪费源。一些三维打印机使用离架(off the shelf)热喷墨打印头,其包括少量墨。当安装新的打印头时,打印头被射进打印机废物收集单元 800,直到墨水由粘结剂替换。许多三维打印机在打印时以及偶尔在不用时将打印头射进废物收集单元 800 中,作为保持打印头清洁并正确操作的过程的一部分。一些三维打印机还可具有用于清洁打印头的清洗流体或者清洁打印头的擦拭件。所有这些流体(例如墨水、粘结剂和清洗流体)构成三维打印机的液体废物流。废物大部分是水,但是也包括挥发性及不挥发性部件,它们可能包括表面活性剂、保湿剂、着色剂、防腐剂以及其他成分。当前的做法是将所有液体引导到容器、瓶子或罐子中,用户必须时常腾空它们。

[0156] 在本发明的一个实施例中,液体废物可被引导到蓄池中,在那里它可转换成固体。

这里,液体可用吸收性介质吸收,同时让挥发性成分(大部分是水)蒸发。结果,不需要使用者定期腾空液体容器。事实上,水被蒸发掉,残余废物作为固体储存并且很少需要被移除。图 8A 和 8B 显示了示例性废物收集单元 800。

[0157] 在图 8A 的实施例中,废物液体通过入口 820 进入蓄池 810。然后废物液体被放置在蓄池 810 底部中的吸收性介质 830 吸收。在一个实施例中,蓄池是从 Sorbent Products 公司购得的 DPA24 滴盘。吸收性介质可以是由亲水聚合体和纤维材料制造的水凝胶材料(hydrogel material)。亲水聚合体的例子包括丙烯酸钠、丙烯酸钾或丙烯酸烷基酯,纤维材料包括木质纸浆。

[0158] 空气从风扇 840 被吹进蓄池 810 并且通过出口 850 离开。当空气行进通过蓄池 810 时,它穿过吸收性介质 830 的顶部并有助于增加液体废物的蒸发速率。蒸发掉的液体(主要是水蒸气)然后通过出口 850 离开蓄池,仅在吸收性介质 830 中留下固体废物。在一个实施例中,空气可以是温热的以便进一步提高蒸发速率。在另一个可能的实施例中,空气可以从粉末处理系统 100 的真空源 150 被排空。在该实施例中,空气由于真空源 150 对其的作用,所以可能是温热的。这里,作为鼓风机作用的自由副产品,空气流动自动地产生。在另一个替换实施例中,可以不需要吸收性介质 830,当水蒸发时在蓄池 810 的底部自由地松散地收集固体废物。

[0159] 在一个替换实施例中,如图 8B 所示,空气被吹到放置在蓄池 810 中部的吸收性介质 830,以增加蒸发速率。这里,空气将通过吸收性介质 830,蒸发任何液体废物,并且通过出口 850 离开,仅留下固体废物保留在吸收性介质 830 中。

[0160] 上述实施例具有几个优点。极大地减少了清空蓄池的频率,原因是蓄池中仅保留废物流的非挥发成分。另外,蓄池、吸收剂和非挥发废物可以作为固体废物被处理,环境规则对于它们是不同的。处理固体比处理液体的肮脏程度要小很多。

[0161] 在本发明的一个替换实施例中,液体可用吸收性介质吸收,用户随后将蓄池、吸收剂以及被吸收液体作为整体处理掉。在这种方法中,可能发生一些蒸发,但是较第一种方法不完全。该方法的优点主要是废物由液体转变成固体以方便处理。在另一个替换实施例中,液体废物被引导至蓄池,蓄池包含反应成分,该反应成分与废物流中的一些成分反应以产生固体或凝胶。还是在这种方法中,主要优点是废物被转换成固体。

[0162] 诸如在前述专利和专利申请(它们的公开全部被结合在本文中)中所披露的三维打印机经常使用弹簧针(弹出电子连接件)来将电力、地线和信号连接至打印头。使用这些弹簧针的原因是它们比通常在纸张打印机中接通打印头的高压低力(HPLF)柔性电路更持久。这些弹簧针通常焊接到通孔 PC 板。由绝缘材料制成的垫圈被放置在 PC 板和针顶端之间以提供抵抗针弯曲或扭转的支撑。

[0163] 这种布置存在几个问题。该布置提供了多个使得污染物进入针并造成结合和粘连的路径。针是空心的,因此三维打印中大量且普遍的污染物从 PC 板的后侧通过针的中空芯部进入。污染物还可存留在针和垫圈之间的间隙中,或者进入针,或者只是充分增加针和垫圈之间的摩擦而引起粘连。另一个问题是通孔设计对于针之间的节距有较低限制,这比对 HPLF 设计的限制要高很多。这使得比较难以使用离架打印头,这种打印头具有基于 HPLF 连接件的连接件间距。通孔需要对于弹簧针滑动配合的孔和电镀。因此该区域不可用于其它弹簧针或者 PC 板的任何层上的信号线布线。

[0164] 本发明的一个实施例包括一种用于在垫圈上安装针以便针能够表面安装在PC板上的方法。在该实施例中，针被放置在垫圈的阶梯孔中，然后压入。该实施例的一个例子被显示在图9A至9C中。在该实施例中，弹簧针910被压入间隔件930的阶梯孔920中直至它们稍微延伸超出垫圈的下壁940。间隔件930中的定位销950被插入PC板960的相应孔955中。阶梯孔920在间隔件930的外表面（即远离PC板960的表面）处具有较宽直径并且在最靠近PC板960的间隔件930的表面处具有较小直径。这将弹簧针910定位在PC板960上的焊垫970附近，焊接膏被施加在焊垫上。焊料在传统的表面安装炉中熔化，将弹簧针910永久地固定到PC板960上。

[0165] 另外，提供了将垫圈密封到PC板以及将针密封到垫圈的方法。这里，诸如RTV（室温硫化）密封剂的密封剂通过密封剂孔980被注射到垫圈和PC板之间的间隙中。这种密封剂可以在每个针之间流动并且通过间隔件930和PC板960之间的密封剂出口或者间隙990出来。或者，可以在间隔件930和PC板960之间放置垫圈。因此，密封剂和PC板960密封先前设计中所存在的两个污染物路径。这可减小电子连接件的尺寸并且允许使用具有基于HPLF连接件的连接件间距的离架打印头。

[0166] 因为这种方法消除了用于弹簧针910的通孔（它们大于针直径）并且替换为焊垫970（它们较小），所以减小了针的最小间距。这允许弹簧针910的更紧凑间距。因为焊垫只位于PC板960的一层上，所以可以将信号线或者电源线布置成相比通孔设计中的情况更靠近其它层上的针中线。

[0167] 间隔件930和PC板960的特定构造将根据特定应用而改变。在一个实施例中，间隔件930可以由液晶聚合体制造，诸如可从Ticona购得的**Vectra®**A130。PC板960可以用JJ Orly公司的FR4坯料根据特定应用定制。弹簧针910可以是从Everett Charles Technologies购得的电池互连探针#BIP-1。密封剂可以是硅弹性体，诸如可从DowCorning公司购得的RTV涂料#3140。

[0168] 除了以上描述的材料之外，不同的部件也可以由其它合适的聚合体材料或由具有或不具有加强件的聚合体材料混合物制造。合适的材料包括：诸如TPU的聚氨酯；EVA；诸如Elf Atochem销售的**Pebax®**牌热塑性聚酯嵌段酰胺化合物；诸如DuPont销售的**Hytrel®**牌热塑性聚酯弹性体；诸如尼龙12的聚酰胺，可包括10%至30%或更多的玻璃纤维加强件；硅树脂；聚乙烯；以及等同材料。如果使用加强件的话，它可这样获得：加入玻璃或碳石墨纤维或对位芳纶纤维（诸如DuPont销售的**Kevlar®**牌）或其它类似方法。同样，聚合体材料可以与其它材料结合，例如橡胶或金属合金。额外的材料包括碳钢、不锈钢以及铝。其它合适的材料对于本领域的普通技术人员是显而易见的。

[0169] 一般而言，这里描述的部件的形状和尺寸将根据它们的特定应用而变化，例如打印机尺寸、产量以及所使用的材料。各种组件包括合适的马达、驱动传动部件、传感器以及控制器以协调其操作，这些对于本领域的普通技术人员是显而易见的。也可以有利地应用系统诊断、基于传感器的故障检测、反馈控制以及其它与坚固生产制造系统相一致的故障测定工具，来确保高质量生产以及最少停工时间。

[0170] 聚合体部件可以通过例如注射模塑或挤压成型制造。可以使用挤压成型工艺来提供均匀的形状。然后使用夹物模压来提供敞开空间的期望几何形状，或者通过后续机加工操作在期望的位置建立敞开空间。其它制造技术包括将各部分熔融或粘连在一起。可以通

过传统的机加工以及成型工艺来制造金属部件,这对于本领域的普通技术人员是已知的。
[0171] 在不偏离本发明的精神或基本特征的情况下,本发明可体现在其它特定形式中。因此前面的实施例应当被认为在各个方面是示例性的,而不是用来限制在此描述的本发明。因此本发明的范围由附属权利要求书而不是由前面的描述表示,并且打算在此包含所有落入权利要求书的意义和等价物范围内的改变。

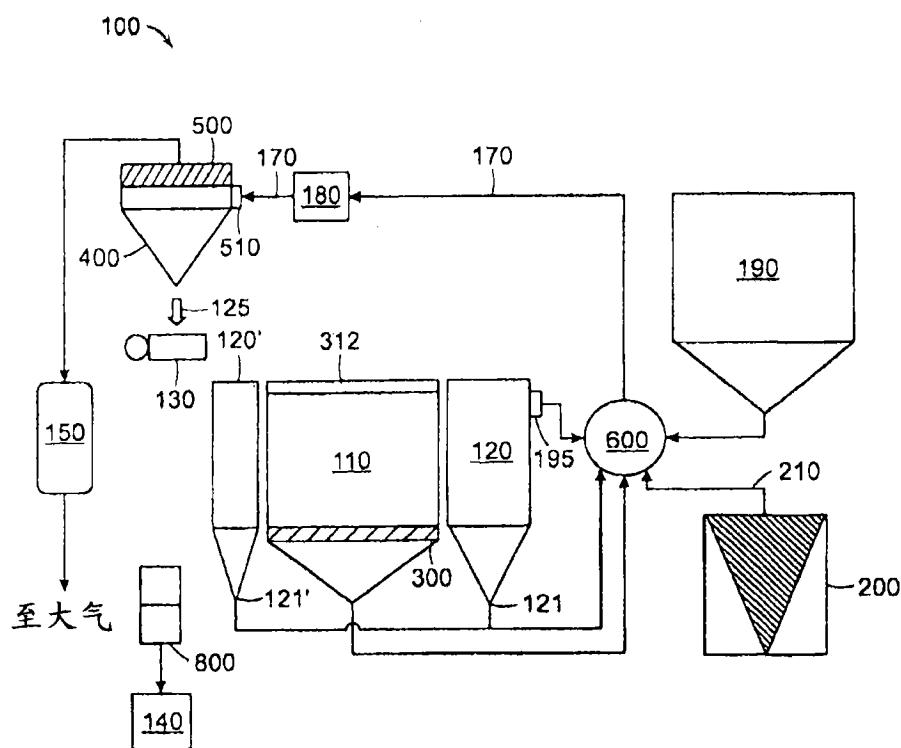


图 1

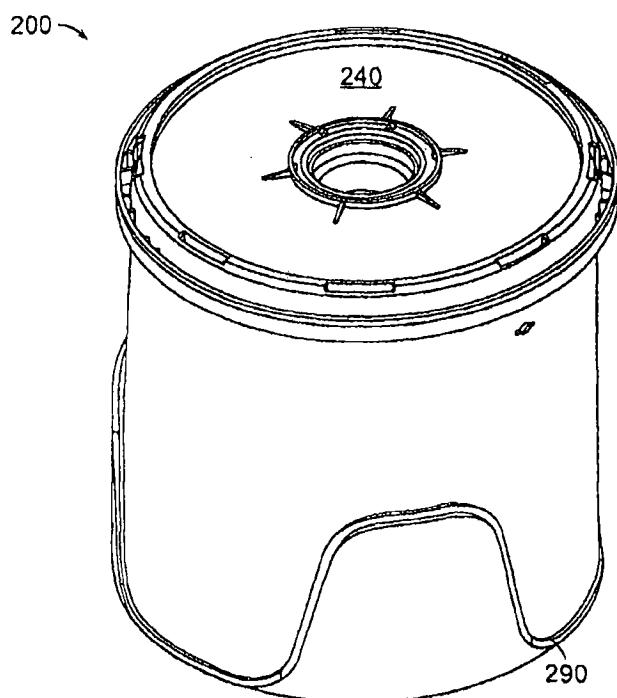


图 2A

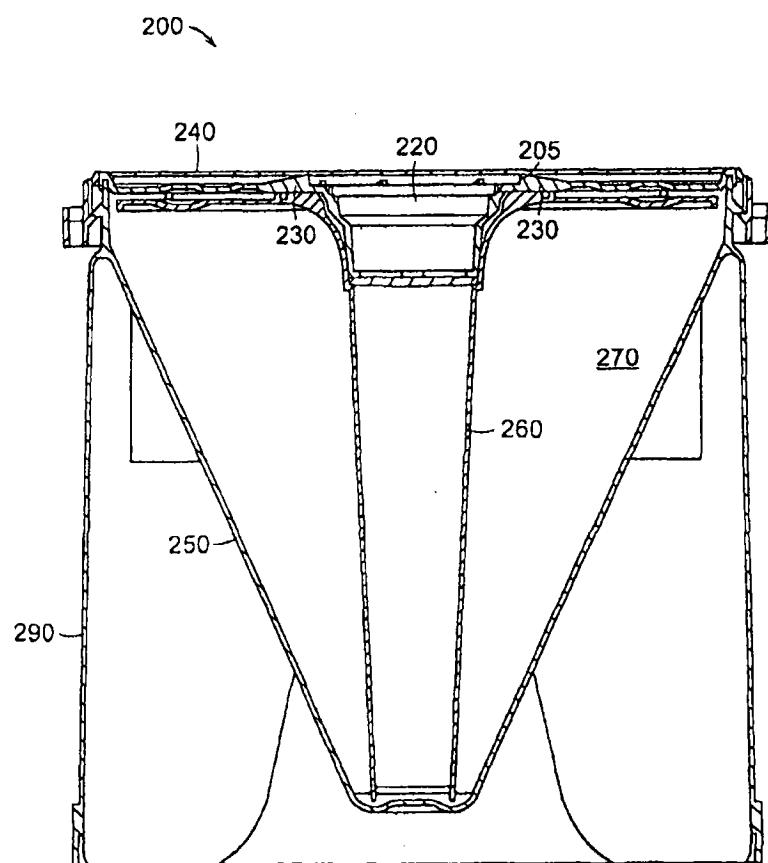


图 2B

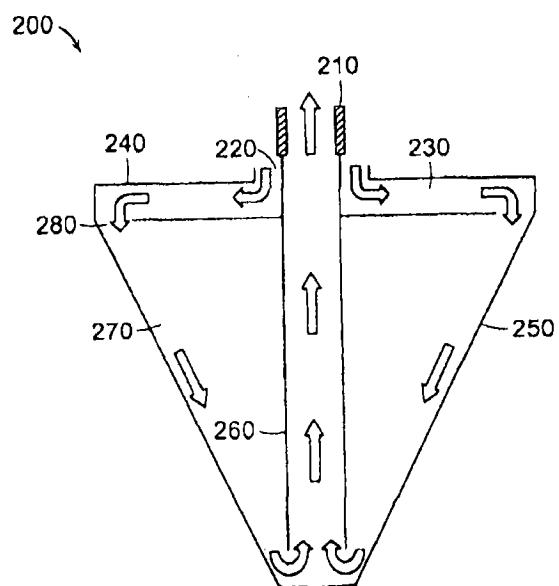


图 2C

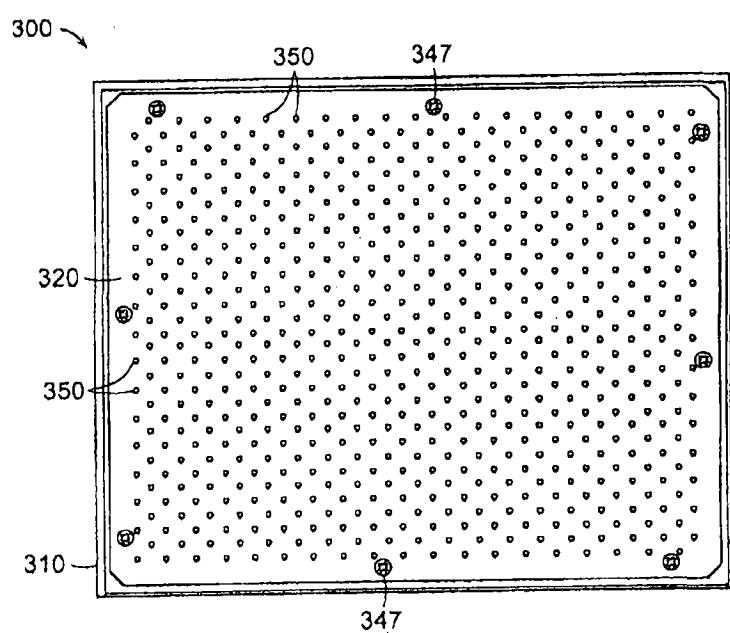


图 3A

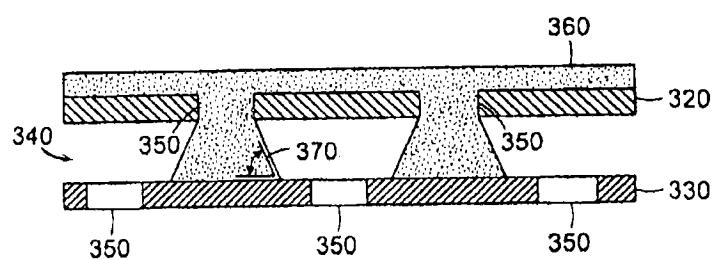


图 3C

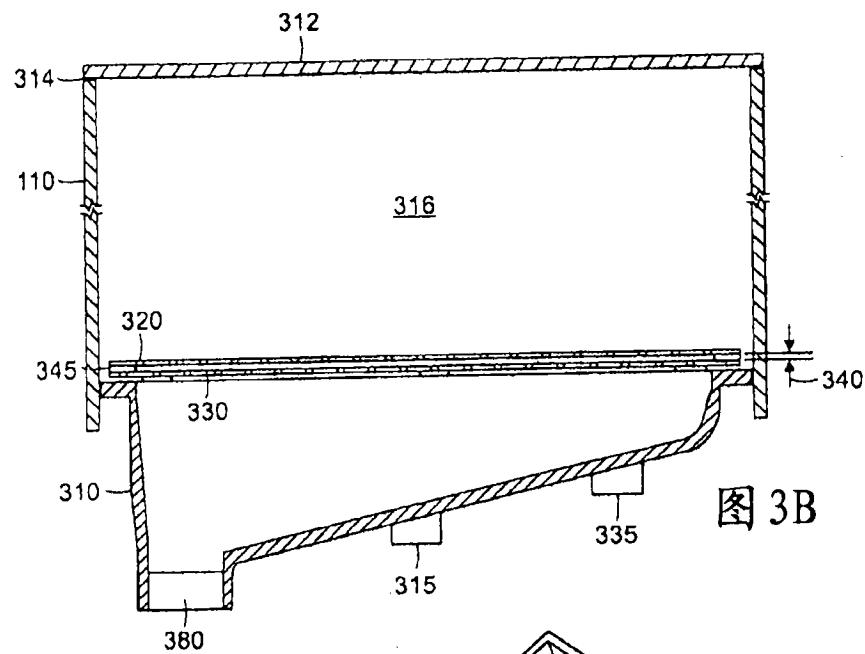


图 3B

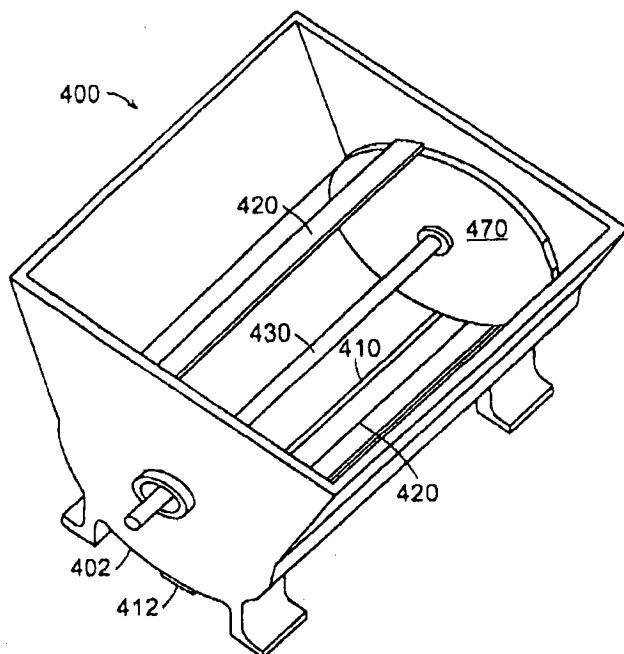


图 4A

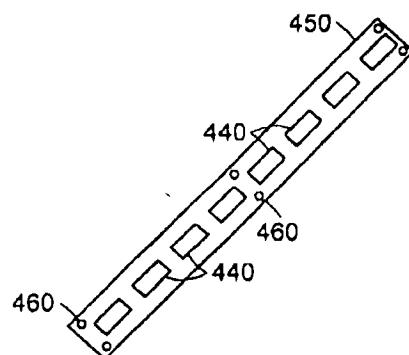


图 4B

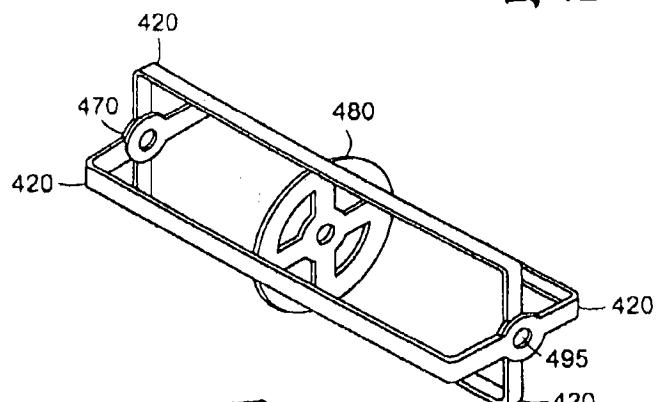


图 4C

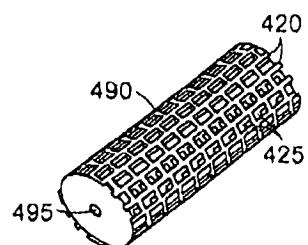


图 4D

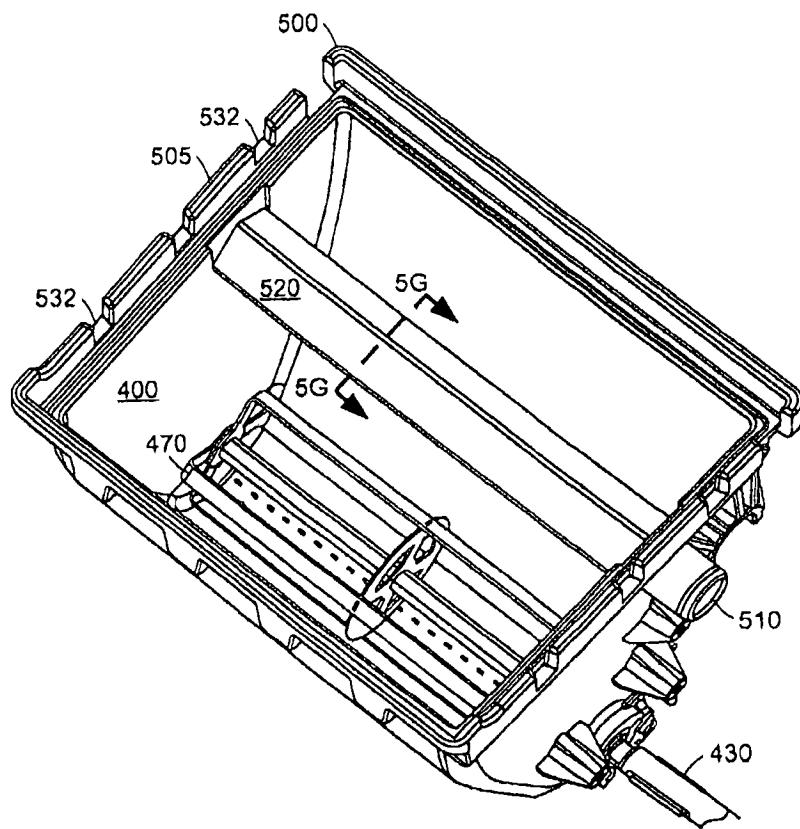


图 5A

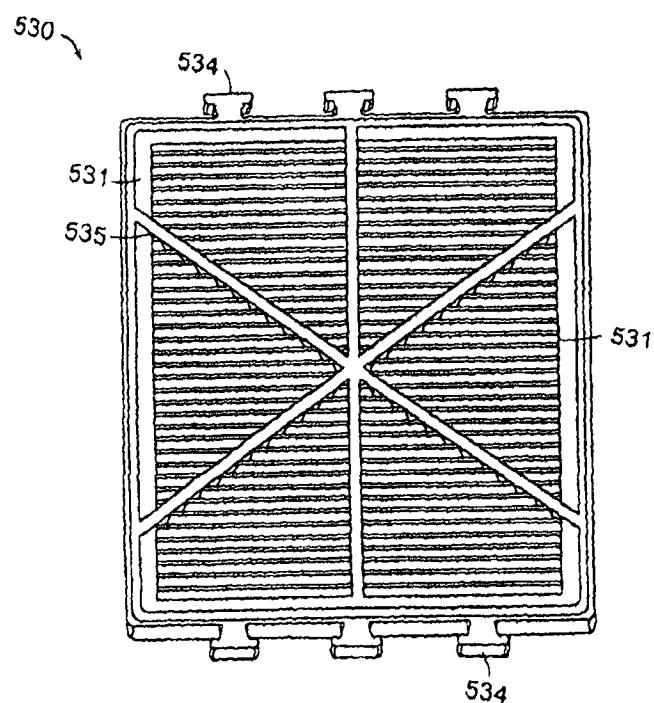


图 5B

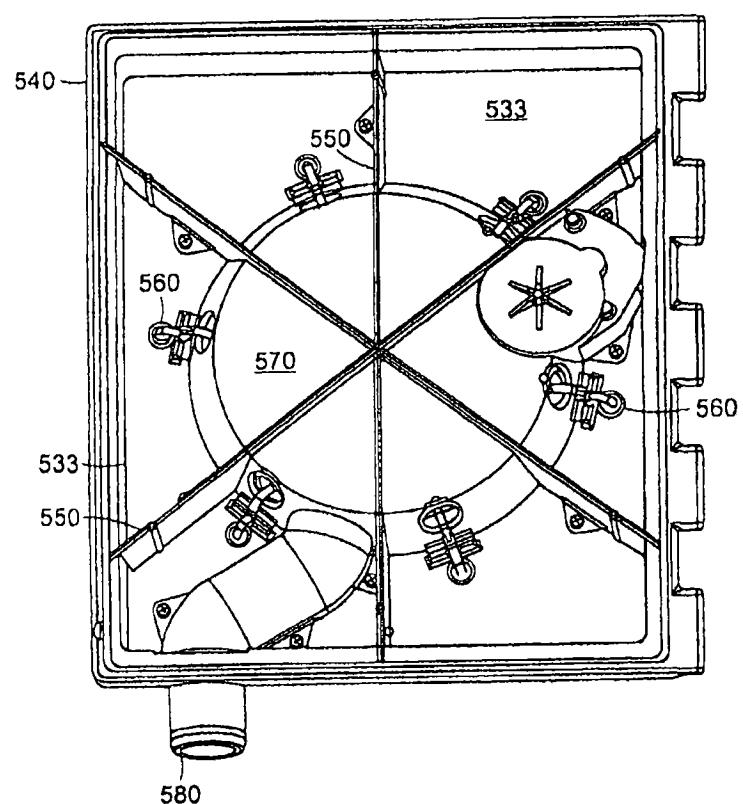


图 5C

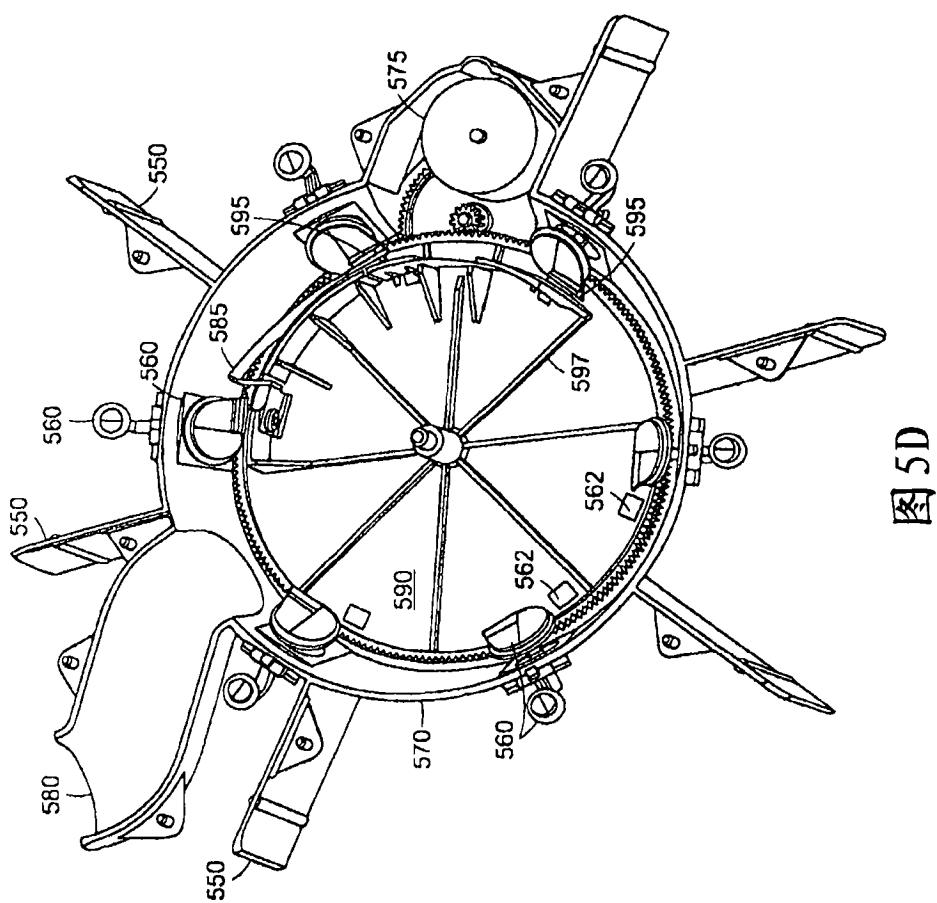


图 5D

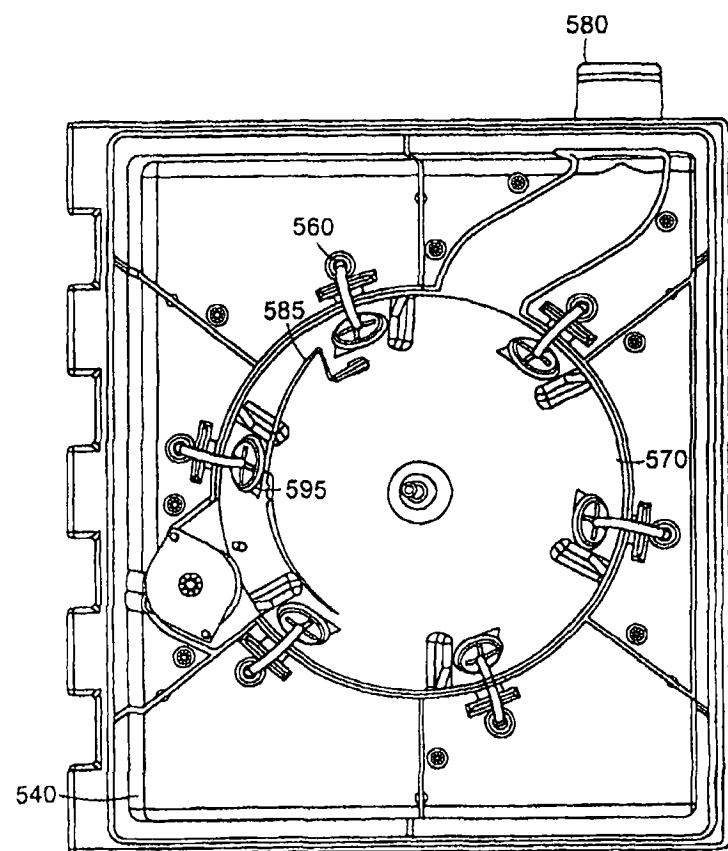


图 5E

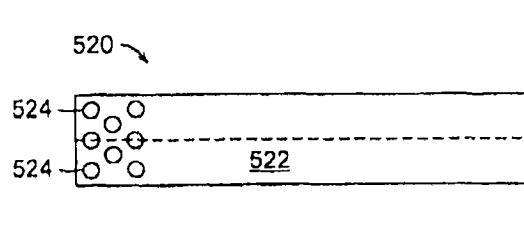


图 5F

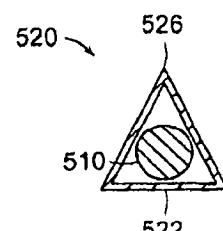


图 5G

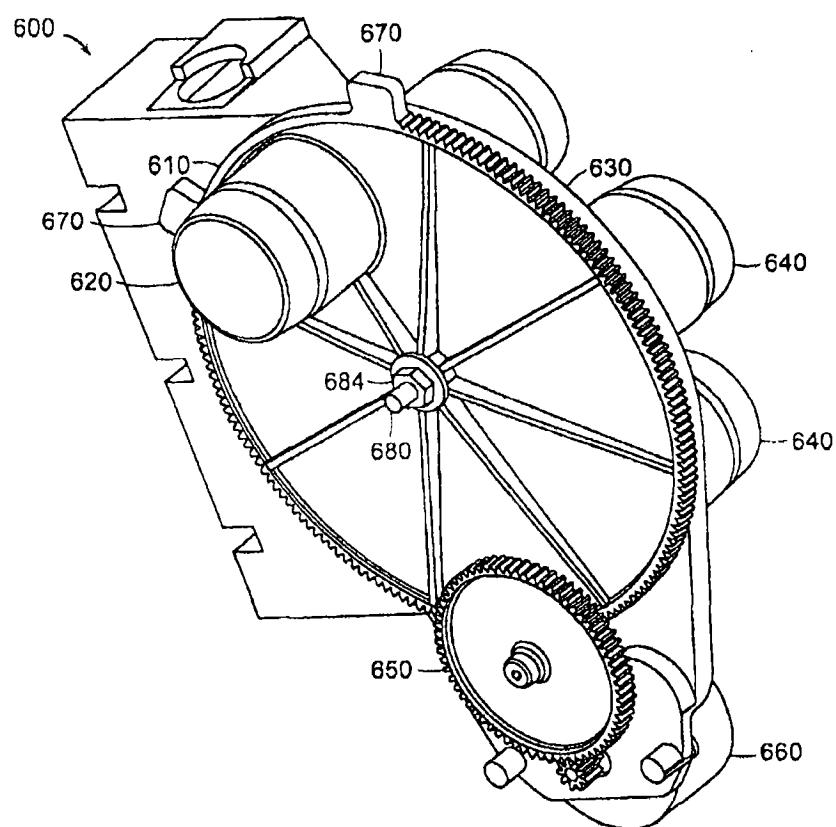


图 6A

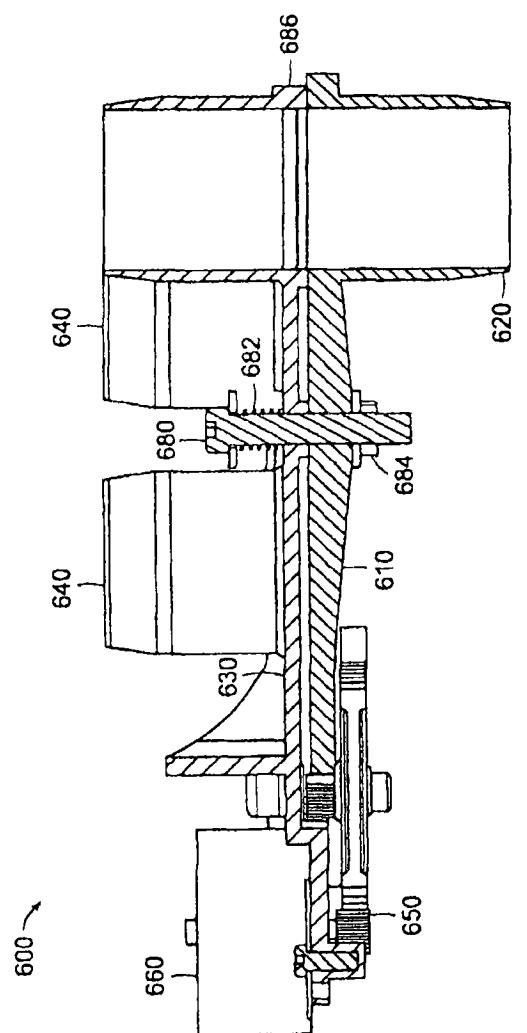


图 6B

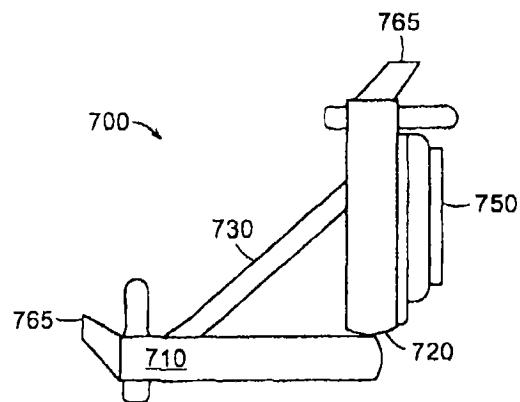


图 7A

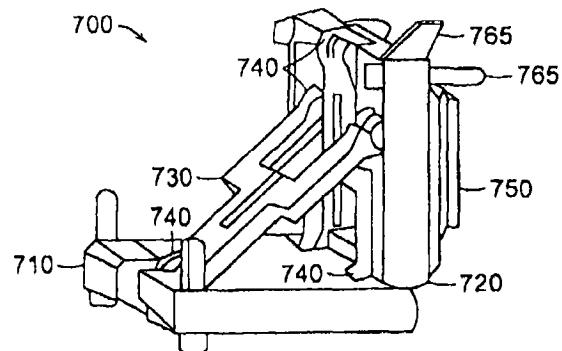


图 7B

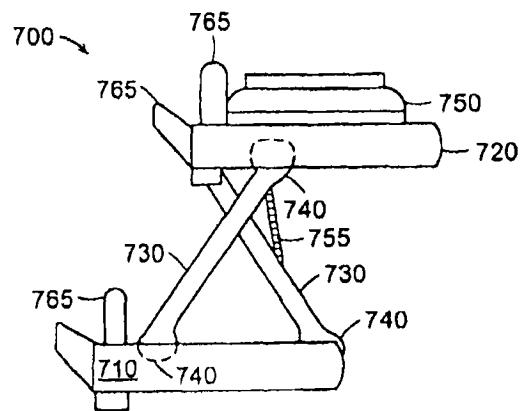


图 7C

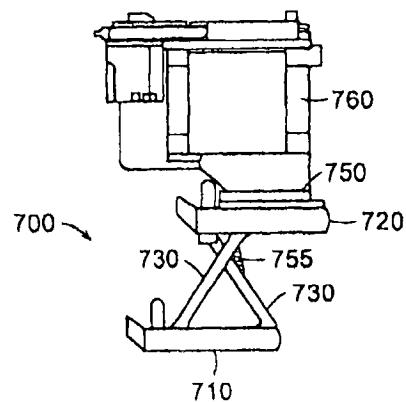


图 7D

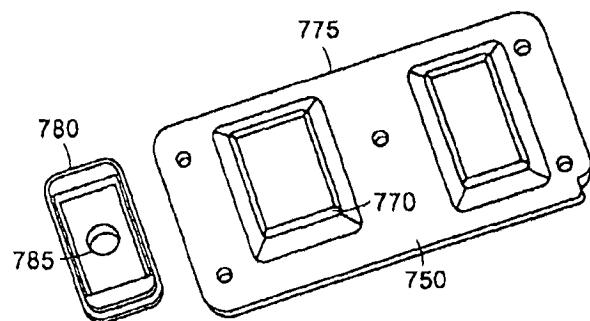


图 7E

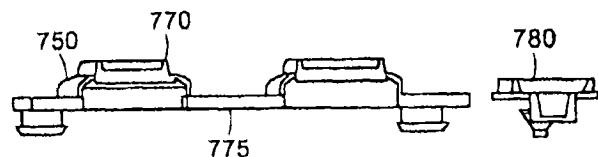


图 7F

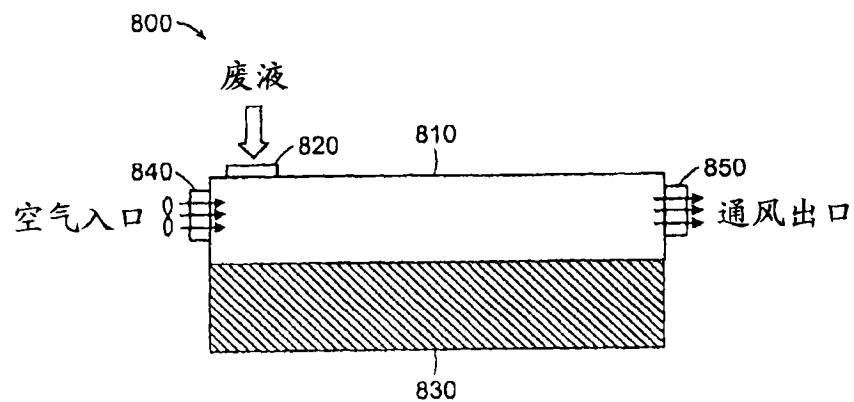


图 8A

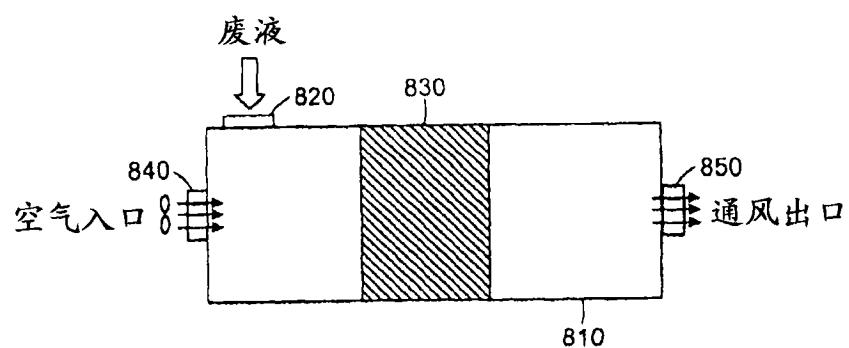


图 8B

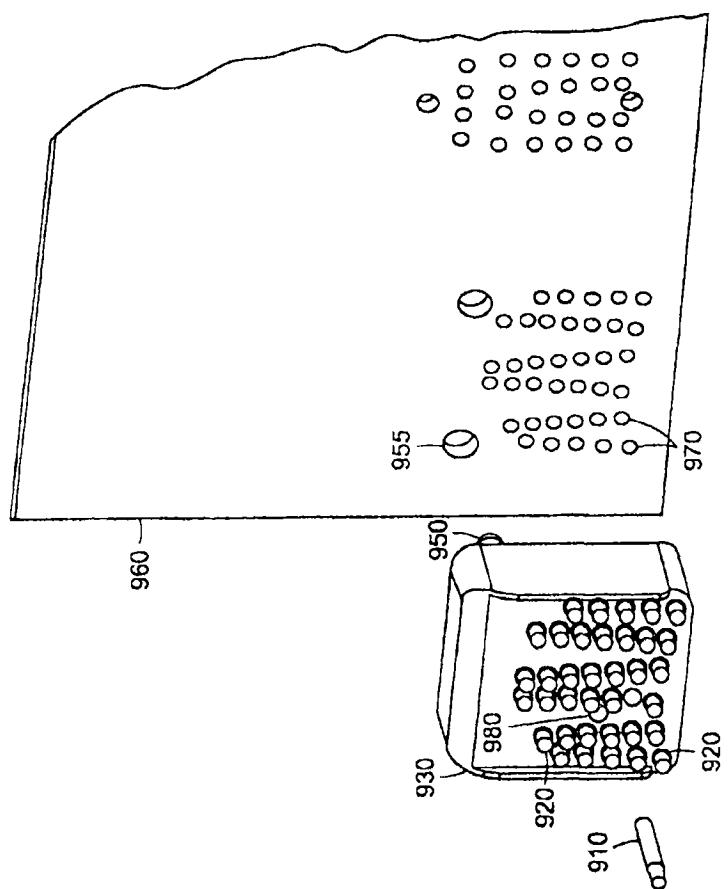


图 9A

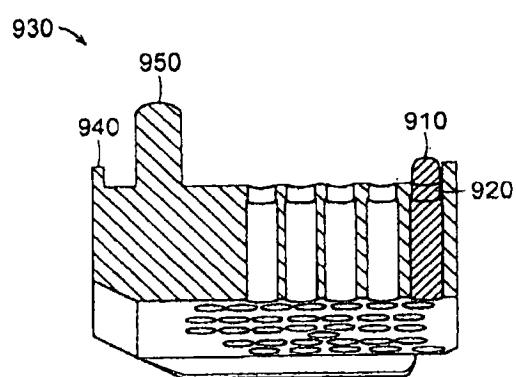


图 9B

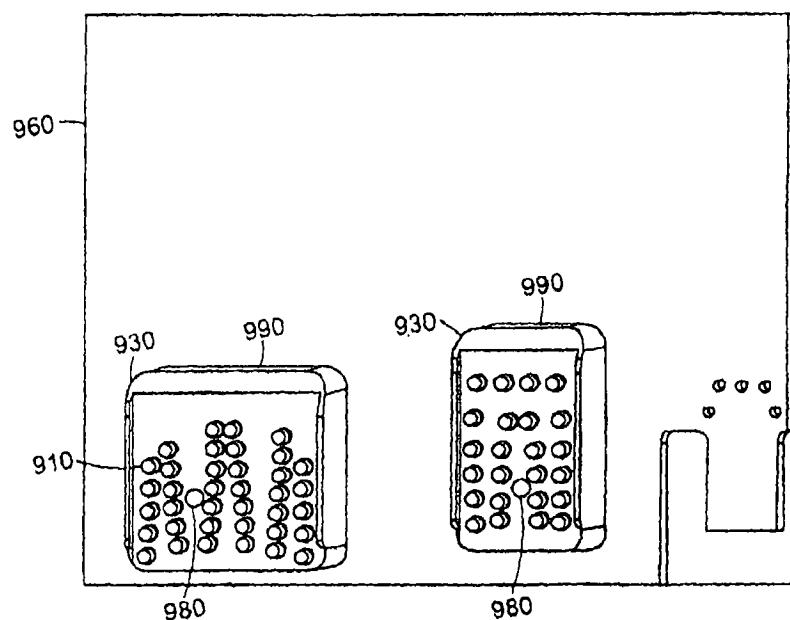


图 9C