



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101142055 B

(45) 授权公告日 2012.07.18

(21) 申请号 200680005483.8

B24D 18/00(2006.01)

(22) 申请日 2006.02.21

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

11/062,904 2005.02.22 US

US 2003/0213182 A1, 2003.11.20, 说明书第 [0003] 段.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.08.20

US 5190567 A, 1993.03.02, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/005915 2006.02.21

US 2004/0048559 A1, 2004.03.11, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

W02006/091519 EN 2006.08.31

EP 1393859 A1, 2004.03.03, 全文.

(73) 专利权人 圣戈本磨料股份有限公司

US 2003/0150169 A1, 2003.08.14, 说明书第 [0060] 段、附图 1-2.

地址 美国马萨诸塞州

审查员 丁亚非

(72) 发明人 D·内弗莱特 G·斯韦 A·扎诺利

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 陈哲锋

(51) Int. Cl.

B24D 5/00(2006.01)

B24D 7/00(2006.01)

B24D 11/00(2006.01)

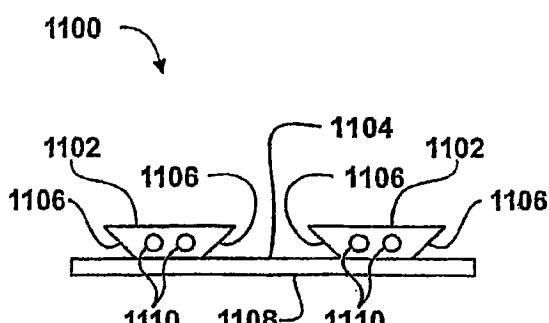
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 6 页

(54) 发明名称

涂敷或粘结研磨制品

(57) 摘要

一种涂敷的研磨制品，其包括基板和图案化的研磨结构组。所述图案化的研磨结构组的各研磨图案具有设计的微特征，例如内部结构化的孔，表面通道或裂开面。研磨制品（涂敷的或粘结的）包括具有差的脱模轮廓的外表面。研磨制品包括大量图案化的层，在几个图案化的层中的一个层内，第一区域具有第一组成，第二区域具有不同于所述第一组成的第二组成。



1. 一种涂敷的研磨制品,其包括:

基板;

图案化的研磨结构组,所述图案化的研磨结构组中的各研磨结构具有设计的裂开面,所述设计的裂开面穿透每个研磨机构的中途终止。

2. 如权利要求1所述的涂敷的研磨制品,其特征在于,所述设计的裂开面从每个研磨结构的表面延伸。

3. 如权利要求1所述的涂敷的研磨制品,其特征在于,所述设计的裂开面可裂开以降低所述研磨结构的接触表面积。

## 涂敷或粘结研磨制品

### 技术领域

[0001] 本发明一般涉及用来制造研磨制品的快速加工 (tooling) 系统和方法。

[0002] 背景

[0003] 研磨制品,例如涂敷的磨料和粘结的磨料在各种工业中用于对工件进行精研、研磨或抛光之类的机械加工。使用研磨制品进行的机械加工涉及许多工业,从光学器件工业、车漆修复工业到金属制造工业。在这些例子中,制造企业在每个业务周期中都要耗用大量的研磨制品。

[0004] 在常规的业务周期中,研磨制品消费者从磨料制造商处订购了大量的研磨制品。磨料制造商使用选定的粒度和粘合材料分批制造研磨制品。磨料制造商接下来可能制造具有不同粒度和粘合材料的另一批研磨制品。

[0005] 通常,难以彻底清洁研磨制品制造设备,以防止具有特定粒度的一批材料被之前的批次中使用的颗粒污染。当粗磨粒污染了细磨粒批料的时候,使用所述被污染的细粒磨料批料会在被抛光或研磨的表面上造成划痕或瘢痕。因此,磨料制造商极力注意限制研磨制品批料的交叉污染,以免造成成本升高。

[0006] 另外,消费者是分批订购的。需求量大的使用者如果分批订购,在收到一批研磨制品之后,就会占用大量的流动资金,还会带来储存问题和物流问题,并伴有预期研磨制品用量方面的问题。如果研磨制品的用量被低估,消费者购买的研磨制品就不够用,从而造成生产和收益的损失。

[0007] 另外,用来制造研磨制品的常规方法会产生过量的废物,而且研磨制品所能够形成的形状和结构也受到限制。例如,当涂敷的磨料需要具有特定的轮廓的时候,对涂敷有磨料的片材进行切削以适应所述轮廓,会剩下很多未用的废料。当制造粘结的研磨制品的时候,常规的方法使用模塑法,该模塑法包括:(i) 制备一批浆液, (ii) 将所述浆液倒入模具中, (iii) 对所述浆液进行压制并使其固化, (iv) 脱模, (v) 修整至最终的尺寸。为了确保最终的粘结的研磨制品不低于目标尺寸,在制造过程中使各参数过量。例如,使浆液过量以确保模具被完全填满。另外,模具通常大于最终的尺寸,在修整操作中将粘结的研磨制品修整至最终的尺寸。因此,在涂敷磨料和粘合磨料的制造方法中,为了制造最终的研磨制品,都会浪费材料和采用额外的费时的步骤。

[0008] 因此,除了改进研磨制品的制造工艺和系统外,工业上仍然不断需要新的研磨制品,包括粘结的和涂敷的研磨制品。例如,现有的制造技术限制了研磨制品的构造,对于设计的磨料和粘结磨料,通常的研磨结构限于易于从模具分离的结构,例如圆锥形或角锥形结构。

[0009] 从上文应能很清楚地看出,磨料工业应需要改进制造技术和追求新的研磨制品结构。

### 发明内容

[0010] 在一个特殊的实施方式中,涂敷的研磨制品包括基板和图案化的研磨结构组。图

案化的研磨结构组中的每个研磨结构都具有设计的微特征。

[0011] 在另一个实施方式中,研磨制品包括具有差的脱模轮廓的外表面。

[0012] 在另一个实施方式中,研磨制品包括多个图案化的层。在多个图案化的层的一个层中,第一区域具有第一组成,第二区域具有不同于所述第一组成的第二组成。

[0013] 附图简述

[0014] 参照附图,本领域技术人员可以更清楚地理解本发明,了解本发明的大量特征和优点。

[0015] 图 1 和图 2 显示了用来快速加工研磨制品的示例性浸渍系统。

[0016] 图 3、4 和 5 显示了用来制造研磨制品的示例性印刷系统。

[0017] 图 6 和图 7 显示了用来快速加工研磨制品的系统中的示例性料筒。

[0018] 图 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 和 19 显示了示例性的研磨制品。

[0019] 图 20 和 21 显示了用来制造研磨制品的示例性方法的流程图。

[0020] 在不同的附图中,使用相同的标号来表示类似的或相同的对象。

[0021] 优选实施方式

[0022] 在一个具体的实施方式中,本发明涉及一种制造研磨制品的系统,例如固体自由成形制造系统 (solid free form manufacturing system) 和快速加工系统。该 系统包括计算电路、料筒和生产面 (production surface)。所述料筒以可拆除方式与该系统连接,当料筒与所述系统接合的时候,磨粒和粘合剂可以从所述料筒配送出来。所述计算电路设计用来控制沉积图案,其中磨粒和粘合剂设置在生产面或基板上,形成研磨制品。

[0023] 在另一个示例性实施方式中,本发明涉及一种储存粘合剂和磨粒的料筒。所述料筒被设计成以可拆卸方式与用来制造研磨制品的快速加工系统连接。所述料筒还可设计用来储存第二粘合剂和第二组磨粒。

[0024] 本发明还涉及一种形成研磨制品的方法。该方法包括为快速加工系统提供研磨制品设计数据组 (design data set),基于该研磨制品设计数据组形成研磨制品。该方法还包括提供第二研磨制品设计数据组,基于所述第二研磨制品设计数据组形成第二研磨制品。

[0025] 本发明还涉及一种促进研磨制品制造的方法。该方法包括提供设计用来接受料筒的快速加工系统,以及提供储存有粘合剂和磨粒的料筒。该方法还包括回收用过的料筒,在该料筒中重新充填粘合剂和磨粒,然后提供所述重新充填后的料筒。

[0026] 所述研磨制品可以是涂敷的研磨制品或粘结的研磨制品。涂敷的研磨制品包括将一层或多层磨料结合在基板上的制品。所述基板或背衬部件作为尺寸稳定的部件,在其上沉积了包含磨料的层。通过使用粘合剂,将所述研磨层中的磨粒粘合在背衬部件上。人们开发出了设计的或结构化的磨料来提供优于常规涂敷磨料的改进的性能。结构化的磨料使用背衬部件,在其上沉积研磨层,以适应预先设计的图案。这些结构化的磨料通常具有优于常规研磨产品的提高的研磨性能,例如提供持久的切削速率 (cut rate)、一致的表面精整度和延长的寿命。

[0027] 粘结的磨料通常包括不依赖于基板或背衬部件的三维形式,以获得结构完整性。举例来说,粘结的磨料包括砂轮和其它三维研磨制品。通常粘结的磨料是通过对磨粒和粘合剂溶液的混合物进行模塑而形成的。

[0028] 在本文中,涂敷的磨料和粘结的磨料可以通过快速加工法和固体自由成形制造法

形成。例如，快速加工法逐层形成研磨制品，以制造具有所需研磨特性的制品，所述研磨特性是例如持久的切削速率、一致的表面精整度、有效寿命、孔隙度和切削液 / 碎屑沟道 (channeling)。

[0029] 快速加工法包括浸渍法和印刷法。浸渍法通常包括填有构建材料（例如树脂或粉末）的浸渍浴或容器。在平台上逐层构建目标物，每形成一个构建层之后，所述平台便降低。在紧邻研磨制品的最后一层之上沉积未固化或未结合的构建材料薄层，其部分以一种图案形式结合。在示例性的实施方式中，将能量源（例如激光源或紫外光源）以一定的图案导向未结合材料层，使得该材料中的粘合剂烧结或固化。在另一个示例性的实施方式中，将粘合剂以一定的图案印刷在构建材料层上。然后使目标物降低，在之前的层上沉积随后的未结合材料的层，然后再次使未结合的材料以一定的图案固化，形成研磨制品。

[0030] 示例性的浸渍法包括液体法和粉末法。例如，液体法包括立体光刻法 (stereolithography)。在此方法中，在液体树脂池中构建目标物。粉末法包括粘合剂印刷和选择性激光烧结。例如，可以通过以特定的图案在陶瓷材料层上印刷粘合剂，使得该陶瓷材料层以特定的图案结合。在另一个例子中，可以通过以特定的图案将激光束投射到粉末材料层上，使得粉末材料以特定的图案烧结。

[0031] 固体自由成形法和快速加工法还包括快速印刷法。快速印刷法通常包括以一定的图案在基板上沉积溶液。在一个示例性的实施方式中，通过连续沉积包含磨粒和粘合剂的溶液而形成研磨制品。示例性的印刷法包括沉积印刷法和挤出法。示例性的沉积法包括干粒沉积法（例如金属结合法）和液体沉积法（例如液态可固化树脂体系）。挤出法包括熔融沉积加工 (FDM)，在此方法中，将热塑性材料的纤丝熔化，以所需的图案沉积。

[0032] 图 1 和图 2 显示了用来形成研磨制品的示例性的浸渍系统。图 1 所示的系统 100 包括包含未固化树脂和磨粒的未固化溶液 104 的浸渍浴 102。在平台 106 上形成研磨制品 108。激光能量源或紫外 (UV) 能量源之类的能力源 112 以一定的图案，沿着该溶液 104 的表面层透射能量，使得溶液固化或粘合成图案化的层。例如可以使激光扫描过表面层，在溶液 104 的表面上形成图案。在另一个例子中，透过掩模投射 UV 光，在溶液 104 的表面上形成图案。然后分级降低平台 106，使棒或扫除器 (sweeper) 110 扫过所形成的研磨制品 108 上面后续未固化溶液的层。通过将随后的能量按一定图案投射到表面层上，使平台 106 下降，扫过之前固化的层之上的另外的层，从而使该过程继续进行。一旦研磨制品 108 完成，就使平台 106 升高，用溶剂清洁和淋洗研磨制品 108。在一个示例性的实施方式中，目标物可以使用加热法或紫外法进一步进行后固化。

[0033] 溶液 104 包含磨粒和粘合剂或可固化树脂。在一个示例性的实施方式中，所述粘合剂或可固化树脂对以下至少一种方法有反应：加热、激光辐照、紫外能量辐照、电子束辐照或图案化光照法。通过以一定的图案施加能量或光，可以形成研磨制品的一个层。在一个示例性的实施方式中，图 1 所示的系统包括立体光刻系统。

[0034] 图 2 显示了使用粉末混合物的一个示例性系统 200。容器 202 中包含磨粒和粉末粘合剂的混合物 204。该混合物 204 可包含以下的粘合剂，例如陶瓷粉末、聚合物材料（例如聚酰胺和聚苯乙烯）、钢砂和铸造型砂。使平台 206 下降，以逐层形成研磨制品 208。平台以一英寸为级数下降之后，辊 210 在研磨制品 208 以及容器 202 内的材料 204 之上沉积构建材料。可以将过量的材料扫入或辊轧入容器 214 中。

[0035] 能量源 212 将图案化的能量投射到材料 204 的表面上, 形成随后的研磨制品 208 的材料层。在一个示例性的实施方式中, 所述能量源 212 是以一定的图案在材料 204 和研磨制品 208 上投射激光的激光源。或者, 所述材料 204 是磨粒。粘合剂或胶粘剂以一定的图案印刷在成形研磨制品 208 上, 以及用来形成所述成形研磨制品的一个层的材料 204 上。

[0036] 然后使平台 206 下降, 以形成随后的图案化的层。一旦研磨制品 208 形成, 使平台 206 升高, 从研磨制品 208 清除未结合的粉末。图 2 所示系统的示例性实施方式包括粘合剂印刷系统和选择性激光烧结系统 (SLS)。

[0037] 图 3、4 和 5 显示了示例性的印刷系统。图 3 显示了系统 300, 其中热塑性材料的纤丝 308 通过加热挤出头 310 加入。平台 302 和 / 或加热挤出头 310 可以沿三维图案移动, 以促进三维研磨制品 304 的形成。绕线管 306 包括所述纤丝 308, 纤丝包括磨粒和热塑性材料, 热塑性材料在加热的时候暂时熔化并沉积形成研磨制品 304 的层。示例性的热塑性材料包括丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯 (ABS)、聚碳酸酯和聚苯基砜。在一个具体的实施方式中, 图 3 所示的系统 300 是熔融沉积加工 (FDM) 系统。

[0038] 图 4 显示了一种示例性的沉积印刷系统 400, 其中粉末在研磨制品 404 上的一些位置熔化。平台 402 和 / 或沉积头 406 沿三维图案移动, 以促进研磨制品 404 的逐层形成。在一个具体实施方式中, 通过沉积头 406 投射激光源、高强度光源或辐射加热源, 通过管子 408 传送粉末, 使其在研磨制品 404 的表面上集中。使粉末以一定的图案烧结、熔融或固化, 以形成研磨制品 404。所述粉末可以作为包含磨粒和粘合剂的单独的粉末流沉积, 或者作为两股或多股会聚的流沉积, 其中一股流包含磨粒, 另一股流包含粘合剂。示例性的粘合剂包括金属, 例如钢、铜、钛或铝。在一个例子中, 该方法包括沉积粉末金属和磨料的流, 同时用激光加热沉积区域, 使得所述粉末熔合于研磨制品 404。

[0039] 图 5 显示了另一种示例性的沉积印刷系统 500, 其包括印刷连续的层, 以形成研磨制品 504。平台 502 和 / 或印刷头 506 沿三维图案移动, 以促进在图案化的层中沉积基于树脂的溶液, 形成研磨制品 504。然后使所述基于树脂的溶液固化, 以促进研磨制品 504 的形成。在一个示例性的实施方式中, 所述印刷法包括基于树脂的沉积法, 其包括在图案化的构建层中印刷包含磨粒的可紫外固化的丙烯酸类溶液。然后使所述构建层曝光于来自能量源 (例如辐射源 508) 的紫外光。在一个示例性的实施方式中, 印刷头 506 以一定的图案沉积一种或多种溶液, 以促进具有所需形状和微特征的研磨制品的形成, 所述微特征如局部控制的孔隙度、设计的裂开面以及碎屑通道。

[0040] 上面图 1-5 所述的系统, 特别是快速加工印刷系统, 可以设计成适于接受料筒。料筒可以可拆卸方式与所述系统相连, 用来容纳粘合剂和磨粒。在一个例子中, 所述料筒包括用来储存磨粒和粘合剂的溶液或混合物的容器。例如, 所述溶液可以是液态粘合剂和磨粒。或者所述溶液是磨粒和粉末粘合剂的粉末状混合物。在另一个示例性的实施方式中, 所述料筒包括用来储存包含热塑性粘合剂和磨粒的纤丝组合物的绕线管。

[0041] 图 6 显示了用于印刷型快速加工系统的快速结构化介质料筒的一个具体实施方式 600。所述料筒通常能够在连续的层中连续沉积粘合剂和 / 或磨粒以形成研磨结构, 例如涂敷的研磨结构或粘结的研磨结构。例如, 料筒 600 可以可拆卸方式与沉积印刷快速加工系统连接。所述料筒 600 包括容器 602 和配送喷嘴 604。料筒 600 还可包括重新填充口 606, 可以包括特有的标识符 608。

[0042] 料筒 600 设计用来储存粘合剂和磨粒。在一个示例性的实施方式中，所述粘合剂和磨粒可以在料筒主体中的共用隔室（例如容器 602）里混合在一起。粘合剂和磨粒从共用喷嘴（例如喷嘴 604）配送出来。如果所述粘合剂是液体，磨粒和粘合剂形成溶液，例如液体粘合剂和固体磨粒的浆液。如果所述粘合剂是颗粒，则磨粒和粘合剂形成颗粒混合物。

[0043] 在一个示例性的实施方式中，所述粘合剂是可辐射固化的。例如，所述粘合剂可通过曝光于电子束、激光源或散射光（例如紫外光）而固化。在另一个示例性的实施方式中，粘合剂和磨粒的溶液还包含第二粘合剂，该第二粘合剂可 使用另外的方法（例如热固化法和化学引发固化法）固化。

[0044] 在一个示例性的实施方式中，对配送喷嘴或配送孔 604 进行选择性控制，以配送材料。例如，所述配送喷嘴 604 可形成印刷头的一部分。因此，喷嘴 604 包括用来控制溶液配送的机械结构。示例性的机械结构包括加热器驱动的气泡喷射机械结构，静电机械结构和压电机械结构。或者配送孔 604 向独立于料筒的印刷头提供材料。

[0045] 图 7 显示了一种示例性的料筒 700，其包括两个或更多个容器 702 和 704。该料筒 700 还包括一个或多个配送喷嘴（706 和 712），以及一个或多个重新填充口（708 和 710）。在一个示例性的实施方式中，粘合剂和磨粒互相独立，处于专用的隔室中，例如容器 702 和 704。这些隔室可以设计用来通过共用的喷嘴，例如喷嘴 706 配送粘合剂和磨粒。例如，料筒 700 可包括设计用来在配送之前将第一粘合剂和第一磨粒混合起来的配送结构，使得第一粘合剂和第一磨粒通过一个喷嘴配送。在另一个例子中，这些隔室可以设计成通过独立的喷嘴，例如喷嘴 706 和 712 配送粘合剂和磨粒。

[0046] 在另一个示例性的实施方式中，容器（例如容器 702）含有包含第一组磨粒和第一未固化粘合剂的溶液。储存在容器 704 中的第二溶液包含第二未固化粘合剂，还任选地包含第二组磨粒。在一个具体的实施方式中，第二粘合剂的后固化机械性质（例如后固化机械强度）不同于所述第一粘合剂的后固化机械性质。所述第二组磨粒的组成、平均粒度、形态、性能和 / 或硬度可不同于第一磨粒。因此，用所述第一溶液制备的研磨制品的性能特征（例如耐磨性和材料去除速率）不同于用第二溶液制备的研磨制品。另外，用不同比例的第一溶液和第二溶液制备的制品区域内具有不同的性能特征。

[0047] 在另一个例子中，所述研磨制品是涂敷的研磨制品。所述料筒可以沉积第一粘合剂，以形成初始接合涂层（make coat），沉积第二粘合剂，形成施胶涂层（size coat）。所述料筒还可包含位于第三容器中的第三粘合剂。可以例如沉积第三粘合剂，形成涂敷的研磨制品的上层施胶涂层（supersize coat）。

[0048] 或者，储存在容器 704 中的第二溶液包含固化剂。例如，所述固化剂可引发所述第一粘合剂聚合、交联或固化。在另一个实施方式中，第二溶液可作为稀释剂，减小磨粒设置的密度，或者改变第一粘合剂的机械强度。

[0049] 在另一个例子中，储存在容器 704 中的第二溶液包含用来形成研磨制品的压敏胶粘剂背衬的胶粘剂。例如，可以将第二溶液沉积在剥离膜（release film）上，形成压敏胶粘剂背衬。粘合剂和磨粒可以沉积在所述胶粘剂背衬上，形成研磨制品。可以将该研磨制品从剥离膜上除去，压制到研磨、抛光或精研设备的表面上。

[0050] 使用者、服务提供者或制造者可以使用所述一个或多个重新填充口（708 和 710）对料筒 700 进行重新填充。在一个示例性的实施方式中，使用者可以对服务提供者或制造

者规定料筒所应填充的粘合剂和磨粒。例如，使用者可以将独特的标识符 714 输入网站，规定具有特定标识符 714 的料筒 700 所需填充的粘合剂和磨粒。然后使用者可以将料筒 700 送给服务提供者或制造者。

[0051] 如图 6 和图 7 所示，所述料筒设计用于三维沉积印刷设备。在其它的实施方式中，所述料筒设计用于 FDM 系统、选择激光烧结系统或金属沉积系统。在其它的实施方式中，容器是用来储存热塑性纤丝的绕线管，或者设计用来储存粉末状混合物。

[0052] 在另一个示例性实施方式中，料筒选择性地与快速加工系统或固体自由成形制造系统连接。例如，储存一种组合物的料筒可以用贮存有不同组合物的料筒代替，以制造具有不同特征的研磨制品。

[0053] 通常，所述溶液、混合粉末和纤丝可以用粘合剂和磨粒组形成。对于溶液的情况，所述粘合剂可以为可固化树脂的形式，例如可通过施加能量的方法，例如电子束法、微波法、激光法和紫外固化法固化的树脂。或者，所述粘合剂可通过化学法固化，例如催化剂引发法、水分引发法或加热法。

[0054] 一种特别有用的可紫外固化的粘合剂组合物包含选自丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯低聚物及单体的组分。可用的低聚物包括环氧丙烯酸酯、脂族氨基甲酸酯丙烯酸酯、芳族氨基甲酸酯丙烯酸酯、聚酯丙烯酸酯、芳族酸丙烯酸酯、环氧甲基丙烯酸酯以及芳族酸甲基丙烯酸酯。单体包括单官能、二官能、三官能、四官能和五官能的丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯，例如三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、三(2-羟基乙基)异氰尿酸酯三丙烯酸酯、三丙二醇二丙烯酸酯、己二醇二丙烯酸酯、丙烯酸辛酯、丙烯酸辛酯和丙烯酸癸酯。所述粘合剂制剂可包含大量的每分子含有三个或更多丙烯酸酯的丙烯酸酯单体。通常的市售产品包括三羟甲基丙烷三丙烯酸酯(TMPTA)和季戊四醇三丙烯酸酯(PETA)。可以对二官能和三官能丙烯酸酯以及较高分子量的丙烯酸酯低聚物的相对比例以及其它的组分进行调节，以使得最终产物在固化后获得加工时所需的流变性质，以及所需的刚性和切削特性。

[0055] 光化光源的辐照能可以用任意常规的紫外光源提供。例如所述涂层或构建层可曝光于 V、D、H 或 H+ 灯泡或其组合产生的紫外光，能量输出为 100–600 瓦 / 英寸宽度。

[0056] 另外，可以使用偶联剂改进粘合剂和磨粒之间的结合。常规的偶联剂包括有机硅烷，例如购自 Osi Specialties, Inc. 的 A-174 和 A-1100，以及有机钛酸酯和锆铝酸盐(zircoaluminate)。一组具体的偶联剂包括氨基硅烷和甲基丙烯酰氧基硅烷。

[0057] 可以将填料结合入分散体中，以改进分散体的流变性，以及固化的粘合剂的硬度和刚性。有用的填料的例子包括：金属碳酸盐，例如碳酸钙、碳酸钠；二氧化硅，例如石英、玻璃珠、玻璃泡；硅酸盐，例如滑石、粘土、硅酸钙；金属硫酸盐，例如硫酸钡、硫酸钙、硫酸铝；金属氧化物，例如氧化钙、氧化铝（例如勃姆石和 / 或假勃姆石的形式）；以及三水合铝。

[0058] 所述分散体可包含研磨助剂以提高研磨效率和切削速率。有用的研磨助剂可以是无机的，例如卤化物盐（如冰晶石钠、四氟硼酸钾等）；或者有机的，例如卤化蜡（例如聚氯乙烯）。一个具体实施方式包含粒度为 1–80 微米、最优选 5–30 微米的冰晶石和四氟硼酸钾。以制剂的总量（包括磨料组分在内）为基准计，所述研磨助剂的含量为 0–50 重量%、最优选 10–30 重量%。

[0059] 除了上述组分以外，还可加入其它的组分：通常是光引发剂，例如苯偶姻醚、苯偶

酰缩酮、 $\alpha$ -烷氧基苯乙酮、 $\alpha$ -羟基-烷基苯酮、 $\alpha$ -氨基烷基苯酮、酰基氧化膦、苯甲酮 / 氨、噻吨酮 / 氨, 或者另外的自由基生成剂; 抗静电剂, 例如石墨、炭黑等; 悬浮剂, 例如热解法二氧化硅; 抗填充剂 (antiload agents), 例如硬脂酸锌; 润滑剂, 例如蜡; 湿润剂; 染料; 填料; 粘度调节剂; 分散剂; 以及消泡剂。

[0060] 可以在另外的快速加工系统中使用各种可热固化的聚合物, 或者将各种可热固化聚合物与上述粘合剂结合使用。尽管可以使用热塑性聚合物和热固性聚合物, 但是人们所看中的经常是热固性聚合物, 这是由于这些热固性聚合物性质稳定, 特别是在产生过多热量的切削或精整操作时性质稳定。根据特定的实施方式, 所述粘合剂化合物包括粉末, 通常主要由粉末形成, 甚至完全由粉末形成。在一些实施方式中, 使用液态的可热致固化的聚合物。在其它实施方式中, 不包含液态的可热致固化的聚合物, 优选使用粉末。在一些实施方式中, 粉末形式的可热固化的粘合剂是特别优选的, 这是因为它们可以相当容易地结合入用来形成涂敷的磨料的工艺中。使用粉末状的可热致固化的粘合剂对于制备用来形成结构化的磨料的磨料分散体确实是特别有益的。另外, 已经发现和证明, 将粉末形式的可热致固化组分与其它液态粘合剂体系结合使用, 可以在最终产物中提供改进的研磨性能, 还可提供具有改进的加工性能的磨料分散体, 这至少部分是由于分散体粘度的有益变化造成的。可热致固化聚合物的例子包括环氧树脂、聚氨酯树脂、酚醛树脂、脲醛树脂、蜜胺甲醛树脂、丙烯酸类树脂、聚酯树脂、乙烯基树脂以及它们的混合物。应当理解, 这些树脂可以液态或粉末的形式获得, 在一些特殊的实施方式中, 优选使用粉末状或颗粒状的形式。

[0061] 在其它示例性实施方式中, 粘合剂可包含粉末构建材料, 例如热塑性塑料、金属和涂敷树脂的陶瓷。涂敷树脂的陶瓷包括涂敷树脂的砂子, 例如铸造型砂。这些粘合剂可用于选择性激光烧结技术。特别有用的粉末状金属包括钢、铜、钛和铝。粉末状的金属可用于金属沉积法, 例如使用图 4 所示的设备进行的方法。有用的热塑性粘合剂包括聚酰胺、ABS、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚氯乙烯和聚苯基砜。因此, 热塑性粘合剂也可用于 FDM 系统, 例如图 3 所示的系统。

[0062] 粘合剂印刷法可使用在干燥的时候或者在与下面的材料接触的时候固化的液体胶粘剂。在另外的实施方式中, 所述粘合剂可以是水分活化的。

[0063] 所述磨粒可以由以下已知磨粒中的任意一种或其组合形成: 氧化铝 (熔融氧化铝或烧结氧化铝)、氧化锆、氧化锆 / 氧化铝、碳化硅、石榴石、金刚石、立方氮化硼以及它们的组合。在具体的实施方式中, 使用主要由  $\alpha$ -氧化铝组成的致密的磨粒。所述磨粒的平均粒度一般为 1-150 微米, 更优选为 1-80 微米。对于精研和抛光应用, 平均粒度可约为 1-16 微米, 例如约为 3-5 微米。但是, 以制剂的重量为基准计, 磨料的含量通常约为 10-90 重量 %, 例如约为 30-80 重量 %。

[0064] 在涂敷的磨料和设计的磨料的实施方式中, 背衬部件可以由挠性的但是机械稳定的材料形成, 包括各种聚合物膜、纸张和其它纤维素材料, 以及包含棉与含有各种聚合饱和剂的聚酯的织物。所述织物可以是织造织物或非织造织物。一种特别的背衬部件或基板是聚对苯二甲酸乙二酯膜。其它聚合物膜包括聚碳酸酯膜。可以对背衬部件涂底层或进行预处理, 以提高研磨层和背衬部件之间的粘着性。或者所述背衬部件可以是剥离膜, 例如用来制造具有压敏粘着剂背衬的研磨制品。

[0065] 在一个具体的实施方式中, 快速加工系统和料筒可用来形成涂敷的磨料和设计

的磨料。这些研磨制品可以按需形成，节省了储存和分批订货所带来的开销。例如，所述快速加工系统可用来形成具有独特图案的涂敷的磨料。图 8 和图 9 显示了示例性的玫瑰花形设计 800 和 904，它们包括花瓣状结构 802 和 906。按照一定图案印刷这些设计 800 和 904，可在基板上印刷形成特定的轮廓，从而避免了由于印刷整个板材以及冲压或切割出所需的形状和轮廓所带来的另外的难题或废料。

[0066] 在一个具体的例子中，光学工业可使用这样的快速加工系统制造用来研磨透镜和光学表面的研磨制品。在光学工业中，特定涂敷片材的单一用途是很常见的。或者，对于去除油漆和喷砂处理之类的应用，需要更长的寿命。为了获得更长的寿命，对涂敷的研磨制品的快速加工可包括形成多个层或者使用更牢固的粘合剂。

[0067] 可以基于涂敷的研磨制品上的区域，控制磨料的性能特征。例如，针对研磨制品不同区域之间的相对速度的差异，可以调节研磨制品的密度。在图 8 所示的研磨制品中，可以调节磨料的位置，在弯曲的表面上（例如在眼科精整应用中）提供所需的去除速率。在图 9 所示的研磨制品中，针对旋转速率的差异，可以沿着玫瑰花形设计 904 的花瓣状结构 906 径向调节磨料的位置和密度。可以通过在需要较大磨料密度的位置设置另外的磨料层来调节密度。或者可以调节每单位面积内磨料溶液液滴数或像素数，获得性能特征的差异。可以在图案的不同区域施加具有不同性能特征的不同磨料溶液，或者在研磨制品上的一些位置改变添加量。

[0068] 另一种调节性能特征的方法包括调整放置溶液的图案。图 10 显示了一种放置溶液的示例性图案，该图案可以调节局部磨损速率，以补偿沿径向的旋转速度差异。在图案 1000 中，中心 1002 附近的线条之间的距离大于外部边缘 1004 附近线条之间的距离。

[0069] 下面来看设计的和结构化的磨料，用来形成设计的研磨制品的现有技术方法通常限于具有良好的脱模性轮廓的外表面（例如具有角锥形和圆锥形的正斜率壁）的制品。通常，非设计的涂敷的磨料被看作是二维的，这是由于特定的特征结构的厚度相对于其横截面来说较小。相反，设计的和结构化的磨料和粘结的磨料的特征相对于该特征的横截面来说非常厚，带来了另外的制造上的问题。具体来说，本文所述的快速加工法允许形成大体上具有较差脱模性外表面轮廓（例如负斜率的壁和垂直壁）的研磨制品。负斜率的壁的轮廓是：随着高度的减小，向着结构中心向内倾斜；正斜率的壁的轮廓是：随着高度的降低，远离结构中心向外倾斜。例如角锥体具有正斜率的壁，倒置的角锥体具有负斜率的壁。垂直壁也很难使用常规的形成设计磨料的方法制造。在本文中，术语“大体上负斜率”包括负斜率的轮廓和垂直轮廓，所述研磨结构中至少一个壁相对于垂直方向从研磨制品外表面延伸出来以 -90° 至 0° 的  $\alpha$  角度倾斜延伸。

[0070] 图 11 和图 12 显示了包括一种图案或研磨结构阵列 1102 的设计的研磨制品 1100。所述研磨结构 1102 包括负斜率的壁 1106。结果，研磨结构 1102 的顶部要比与基板 1108 相接触的位置宽。这种轮廓具有较差的脱模性。

[0071] 包括具有大体上负斜率的部分的壁或轮廓具有较差的脱模性。图 13 显示了研磨制品 1300，其包括形成于基板 1302 上的研磨结构 1304 的图案。所述研磨结构 1304 具有包括负斜率部分 1306 的壁。

[0072] 快速加工法还可以在研磨结构中形成微特征或整体化的内部特征。例如，快速加工法使得可以在研磨结构之内和之上形成结构化的孔和通道。

[0073] 再来看图 11 和 12, 研磨结构 1102 的图案在该结构 1102 之间形成大通道 1104。快速加工法使得可以形成微特征, 例如结构化的通道、孔和裂开面。通常宏观特征是通过结构图案形成的或者在结构之间形成的全局性的特征, 微特征是形成在研磨结构自身之内或之上的特征。例如, 图 11 显示了微特征, 例如研磨结构 1102 之内的内部结构化的孔 1110, 宏观特征通道 1104 由结构图案形成, 或者形成于结构 1102 之间。研磨制品可包括研磨结构的重复图案, 所述研磨结构具有一个或多个内部结构化孔的图案。类似地, 图 13 显示了研磨结构 1304 内的内部结构化孔 1308。

[0074] 所述内部结构化孔 (例如 1110 和 1308) 可具有精确控制的尺寸和形状。例如, 内部结构化的孔的几个横截面可选自多边形、圆形和不规则形状。多边形包括正方形、三角形、矩形、扁菱形、梯形和五边形。不规则形状包括例如“D”形、半圆形和星形。所述内部结构化孔的尺寸可变度 (variability) 不大于约 50 微米, 例如不大于约 8 微米。尺寸可变度表示一组研磨结构中孔尺寸的可变度。另外, 所述内部结构化的孔的位置可变度 (即一组研磨结构中孔位置的可变度) 不大于约 50 微米, 例如不大于约 8 微米。在这些例子中, 微特征孔在所述结构内部。或者所述微特征孔和通道可以形成于所述结构的外部轮廓内。

[0075] 在另一个例子中, 快速切削处理可能产生具有微特征 (例如设计的裂开面) 的研磨结构。例如, 如图 14 所示, 研磨结构 1404 可包括设计的裂开面 1406。如 图所示, 裂开面 1406 不是水平或垂直的, 在穿透某结构的中途终止。当使用磨料 1404 的时候, 所设计的研磨结构 1404 沿平面 1406 周期性裂开或分裂, 提供改进的研磨效果和更尖锐的角度。这些裂开面 1406 还可用来减小磨料接触表面的表面积, 增大磨料表面暴露出的压力。在图 14 中所示的例子中, 研磨结构 1404 可以形成于基板 1402 上。或者, 研磨结构 1404 可以粘结的研磨结构的形式形成。

[0076] 在另一个示例性的实施方式中, 研磨结构中磨粒的浓度可以是随着与背衬表面垂直距离变化的函数。例如, 在棱锥结构中, 在较靠近背衬的位置的磨粒浓度可以较高, 在远离背衬的位置的磨粒浓度较低。

[0077] 还可使用快速加工技术形成粘结的研磨制品。在这里, 同样可使用快速加工技术形成具有微特征和较差脱模性的轮廓的研磨制品。

[0078] 在图 15 中显示的示例性实施方式中, 可以在圆柱形或轮形的粘结研磨制品 1500 中形成切削流体通道 1502。在一个示例性的实施方式中, 所述切削流体通道 (cutting fluid channel) 1502 是设计用来在使用过程中促进切削流体流过该通道 1502、研磨表面 1504 的螺旋结构。在图 16 显示的另一个实施方式中, 粘结的研磨制品包括切削流体通道 1602 和碎屑通道 (swarf channel) 1604。在使用该研磨制品的时候, 所设计的切削流体通道 1602 能促进切削流体流到表面 1600, 碎屑通道 1604 能用来从表面 1600 除去碎屑材料。碎屑通道 1604 具有弯曲的横截面, 以及不直的横截面, 因此, 研磨制品 1600 的轮廓具有较差的脱模特征。

[0079] 在一个具体的实施方式中, 研磨制品包括从所述粘结的研磨制品的外表面延伸到粘结的研磨制品之内的特征, 例如碎屑通道 1604。该特征的特征长宽比至少约为 1.5, 所述特征长宽比是从外表面向内延伸的特征深度与所述粘结的研磨制品外表面上最小特征开口尺寸之比。例如特征长宽比可至少约为 2.5, 例如至少约为 3.5。

[0080] 包括切削流体通道的研磨制品的具体实施方式允许输送冷却流体和润滑剂来对

界面进行研磨。常规的现有技术的系统通过外部管道将冷却液引向研磨界面。但是该流体通常无法充分地润滑或涂敷表面。因此，所述表面可以是过热的，可以包括过量的碎屑，产生差的材料去除速率和表面质量。与之相反的是，本文所述的研磨制品的具体实施方式包括将冷却流体和润滑流体直接输送到研磨界面的切削流体通道。另外，可以对这些切削流体通道进行一定的成形，从而通过研磨制品的运动（例如旋转）迫使流体流到表面上，也可对切削流体通道进行一定的成形，使得即使在研磨制品受到磨损的时候，也可以输送切削流体。

[0081] 如图 17 所示，粘结的研磨制品可包括具有不同磨粒或不同磨粒浓度的区域。例如，圆柱形或轮形的粘结研磨制品 1700 可包括具有不同研磨特性（例如颗粒密度、孔隙度、粘结强度、弹性模数和压缩模数）的区域，例如区域 1702、1704 和 1706。在此例子中，区域 1702 可具有一种磨粒浓度，区域 1704 可具有不同的浓度。不同的区域（1702、1704 和 1706）可使用不同的磨料溶液形成，或者通过以不同的比例施加磨料溶液而形成。或者如图 18 所示，这些区域可以随着与研磨制品中心的距离而变化。不同的区域（例如 1802、1804、1806 和 1810）可以使用不同的磨料溶液形成，或者通过以不同的比例施加磨料溶液而形成，可具有不同的研磨性质和机械性质。在一个具体实施方式中，可以根据与中心的距离以及所述制品中所需的磨损图案，对磨粒的浓度进行局域控制。这些粘结的研磨制品可具有图案化的层，在层中第一区域具有第一组成，第二区域具有不同于所述第一组成的第二组成。

[0082] 可以将研磨制品中的特征结合起来，提供改良的研磨性能。图 19 包括一个说明性的例子，其包括一些特征，例如裂开面和组成的变化。例如，所述研磨制品 1900 包括组成 1902、1910、1912 和 1914。制品 1900 还包括裂开面 1906。随着研磨制品的磨损，制品在裂开面 1906 周期性地裂开，暴露出研磨面，例如研磨面 1908。在一个示例性的实施方式中，所述研磨面 1908 具有约等于初始研磨面 1904 的表面积。在一个具体的实施方式中，研磨组合物 1902 具有高粘结强度。在对所述研磨表面施加垂直作用力的时候，其它的材料组合物 1910、1912 和 1914 用来支承研磨面。所述其它材料组合物 1910、1912 和 1914 可以在粘结强度、弹性、研磨质量和磨损速率方面变化。

[0083] 通常所述快速加工系统和快速结构化介质料筒可以进行调整，以形成三维研磨结构，其包括选自以下的特征：微特征、三维研磨特征、切削流体通道图案、碎屑通道图案、内部孔隙图案以及定向的断裂面。

[0084] 在一个具体实施方式中，可以使用所述快速加工系统和可拆卸料筒为研磨制品使用者提供按需制造的能力。这种按需加工的技术使得使用者能够减少研磨制品的储存，并确保这些制品有现成的供应。

[0085] 在另一个示例性实施方式中，通过使用快速加工技术制造研磨制品，减少了常规方法中存在的废料和脏乱的情况。例如，可以通过涂敷下面基板的受限制区域，制得涂敷的研磨制品。通过这种方式，仅在可用来制备或制造涂敷的 研磨制品的区域涂敷磨料和粘合剂，而其它的区域则保持未被涂敷。在这样的情况下，减少了磨料和粘合剂的使用。

[0086] 在另一个示例性的实施方式中，通过将快速加工和可拆卸的料筒用于研磨制品，降低了交替生产研磨制品时磨粒污染研磨制品的可能性。可以为使用者提供包含溶液、粉末或纤丝的料筒，所述溶液、粉末或纤丝仅含具有使用者所需的磨粒和磨粒粒度。通过选择特定的粘合剂溶液和所需的磨粒，使用者可以在不造成污染或脏乱的情况下制备所需的研

磨制品。

[0087] 对用来制备研磨制品的快速加工系统进行特殊的调试,以形成用于精研和抛光用途的研磨制品。例如,这些系统可用来按需生产单一用途的精研磨料,用于例如生产透镜和生产电子元件。用于这些应用的磨粒的平均粒度可约为 3-5 微米,构建层的粒度细达约 16 微米。这些系统还可用来制备用于例如珠宝应用、抛光样品制备以及除漆用途的研磨制品。

[0088] 可通过为使用者提供快速加工系统和装有研磨组合物的料筒,来促进使用者方面的研磨制品制造。所述使用者可以是研磨制品的内部使用者,例如使用研磨制品、制备所述研磨制品用于内部消耗的使用者。或者所述使用者可制造研磨制品用于销售和配送。

[0089] 在图 20 所示的一个示例性的方法中,为使用者提供了快速加工系统,图中显示为 2002。例如,可以出租或出售给磨料使用者一套用来制造研磨制品的快速加工系统。或者,可以将用来制造研磨制品的快速加工系统租赁或给予预期的使用者。

[0090] 为使用者提供了包含磨粒和粘合剂的料筒,图中显示为 2004。例如,使用者可以选择特定的粘合剂和磨粒粒度,或者磨粒的颗粒种类。研磨溶液制造者可以直接或间接地为使用者提供装有特定粘合剂和所需磨粒的溶液的料筒。在一个具体的实施方式中,使用者可以购买料筒。在另一个具体实施方式中,使用者可以购买提供在料筒中的溶液、粉末或纤丝。

[0091] 当设计形成涂敷的和设计的研磨制品的时候,可以提供基板,图中显示为 2005。例如,所述基板可选自纸张、膜、织物、箔和泡沫材料。快速加工系统可设计用来使用所述料筒在基板上沉积磨粒和粘合剂的连续层,以形成研磨制品。

[0092] 另外,可以为使用者提供可用快速加工系统操作的计算机操作说明和软件,以控制连续图案化层中的第一粘合剂和第一磨粒,图中显示为 2006。例如,可以为使用者提供设计用来命令快速加工系统形成特定研磨结构的软件和数据。

[0093] 使用者使用所述料筒和快速加工系统来制造所需的研磨制品。在这样做的时候,料筒消耗了其溶液、粉末或纤丝。在一个示例性的实施方式中,制造者或服务提供者直接或间接地回收用过的料筒,图中显示为 2007。

[0094] 或者,使用者可以将料筒送给服务提供者或制造者。在一个特殊的例子中,可以为料筒提供用来将其送给服务提供者或制造者的包装。例如,料筒可以装在包装中,由邮递公司,例如 US Postal Service®, FedEx® 或 UPS® 送达。所述包装上可印上回寄地址,留出贴回寄邮票的地方。使用者可以改装用于返回的包装,插入料筒,通过邮递公司递送。另外,所述料筒可包括特有的标识符。使用者可以登陆网站,提供特有的标识符,指定所需粘合剂和磨粒的种类。在一个实施方式中,制造者递送包含所需粘合剂和磨粒的第二料筒。在另一个实施方式中,制造者或服务提供者用所需的粘合剂和磨粒重新充填该料筒,图中显示为 2008。但是,如果料筒被磨坏或无法使用,则需更换料筒。

[0095] 接下来,如 2010 所示,所述服务提供者或制造者将重新充填过的料筒直接或间接地提供给使用者,例如提供给回收该料筒的使用者,或提供给不同的使用者。例如,所述服务提供者或制造者可以经由邮递公司,在可回收使用的包装中递送所述料筒。

[0096] 从使用者的角度来看,所述快速加工系统和可拆卸料筒可以用来制造一种或多种设计形式的研磨制品。例如,如图 21 所示,研磨制品的使用者为快速加工系统的第一种设计的研磨制品提供设计数据,图中显示为 2102。然后使用者基于所述第一研磨制品设计数

据形成了第一研磨制品，图中显示为 2104，可以基于所述第一研磨制品设计数据提供另外的研磨制品，例如第二研磨制品，图中显示为 2106。如图 2108 所示，使用者可以为第二种设计的研磨制品提供另一组设计数据，可以如步骤 2110 所示，随后基于所述第二研磨制品设计数据形成第三研磨制品。

[0097] 随着研磨制品的制造，料筒被消耗。使用者可以替换料筒，继续制造研磨制品。在一个特殊的实施方式中，使用者可以将具有不同组成的料筒换入和换出快速加工系统，以制备具有不同性能特征的研磨制品。例如，使用者可以根据粘合剂的机械强度、基于磨粒的粒度和耐磨性或者基于固化的粘合剂和磨粒溶液的耐磨性来选择料筒。使用者可以将选择的料筒置于快速加工系统中，以 制备具有所需性能特征的研磨制品。可以将空的料筒提供给服务提供者或制造者，以重新充填。

[0098] 上述主题应看作是说明性的而非限制性的，所附权利要求书包括其所有位于本发明真实范围内的变化形式、改良形式和其它的实施方式。因此，在法律许可的最大范围内，本发明的范围由以下权利要求书及其等价内容所容许的最宽泛解释所确定，不应被以上的详述所约束或限制。

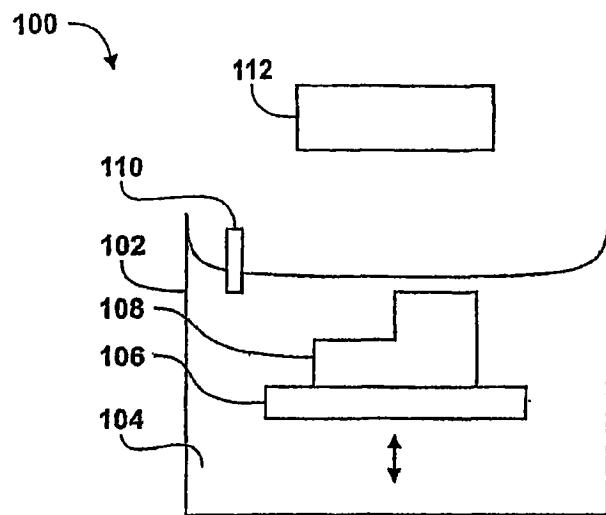


图 1

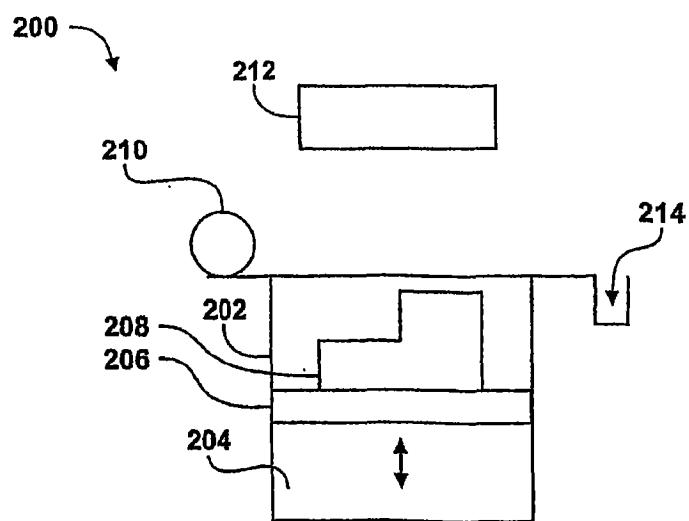


图 2

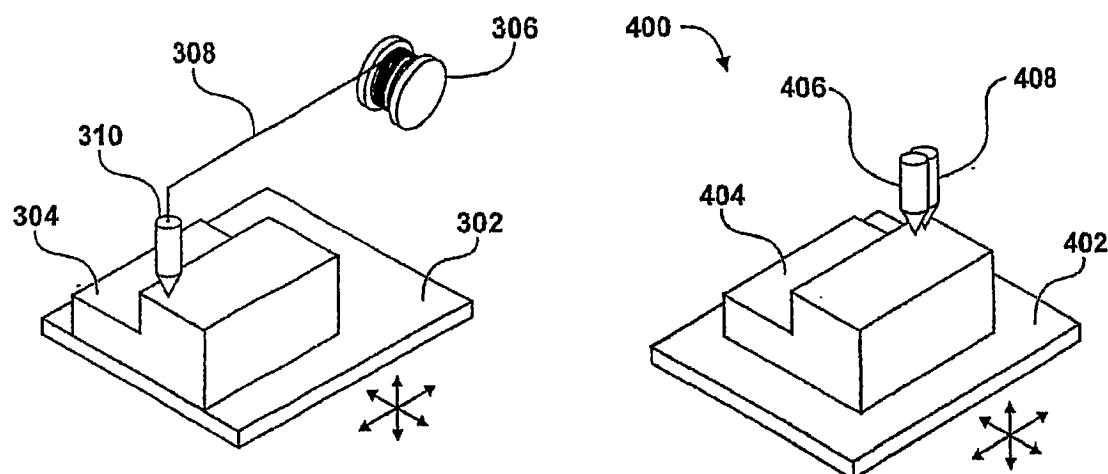


图 3

图 4

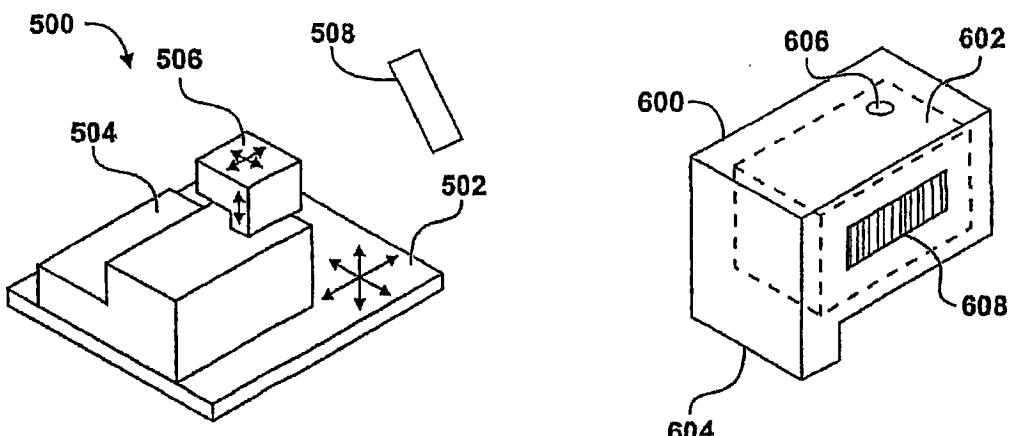


图 5

图 6

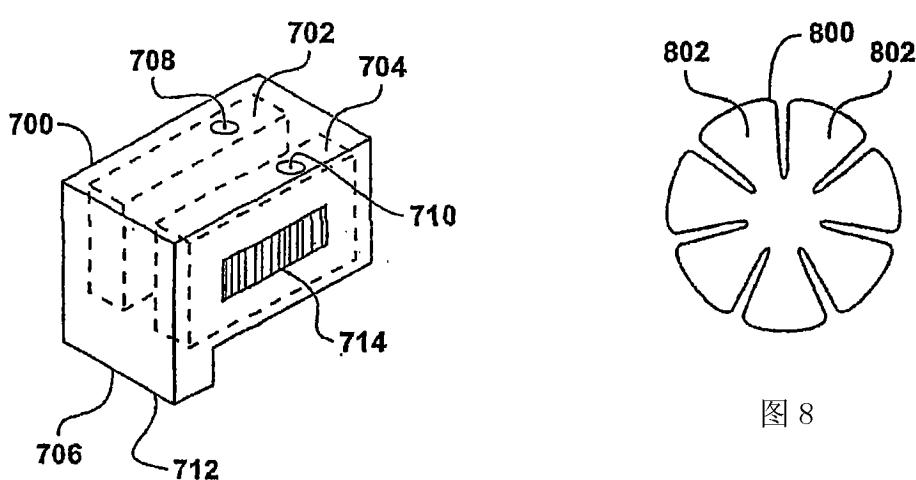


图 7

图 8

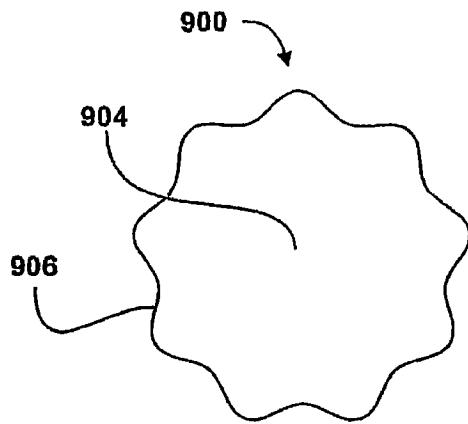


图 9

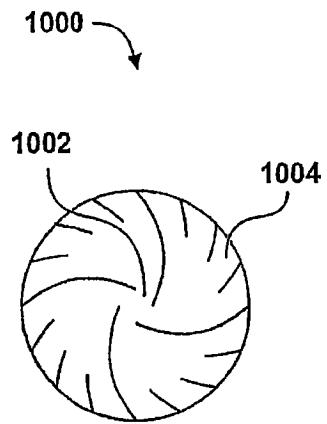


图 10

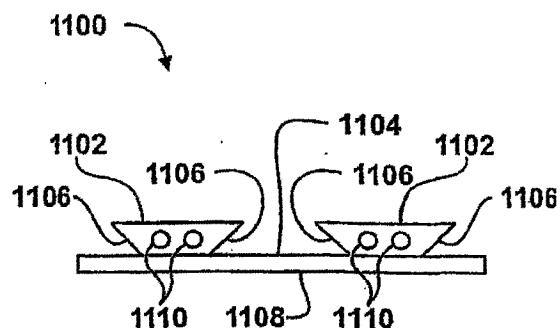


图 11

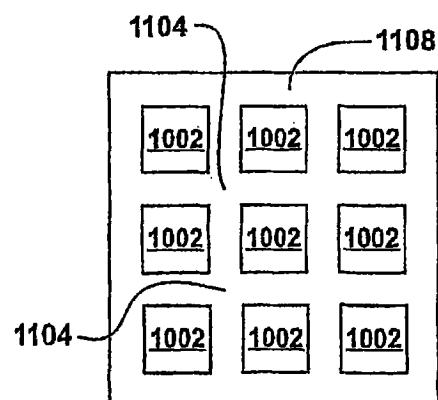


图 12

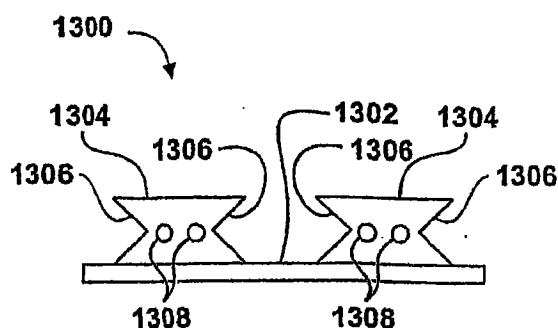


图 13

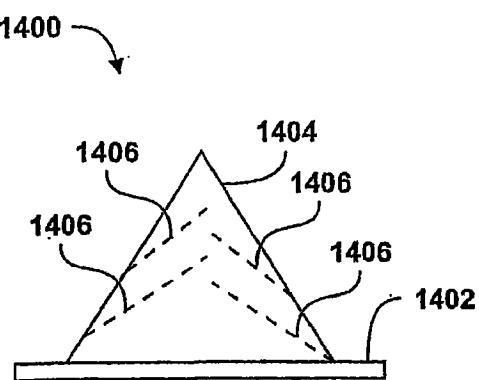


图 14

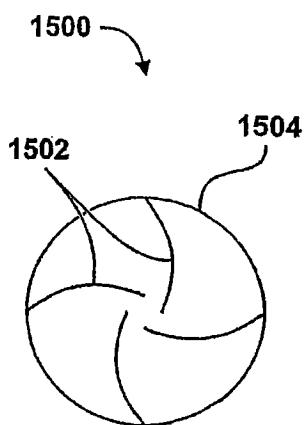


图 15

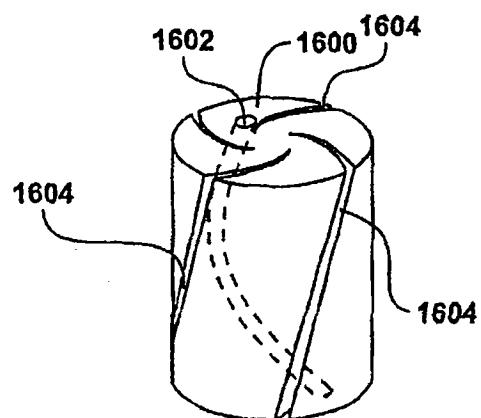


图 16

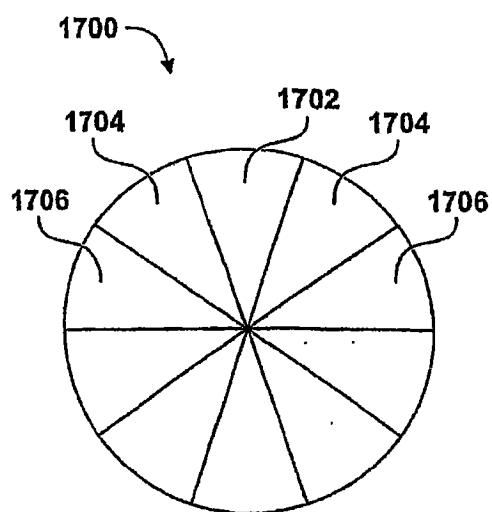


图 17

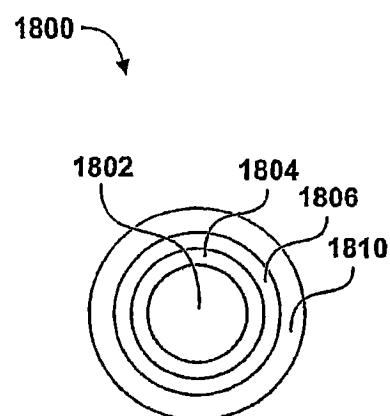


图 18

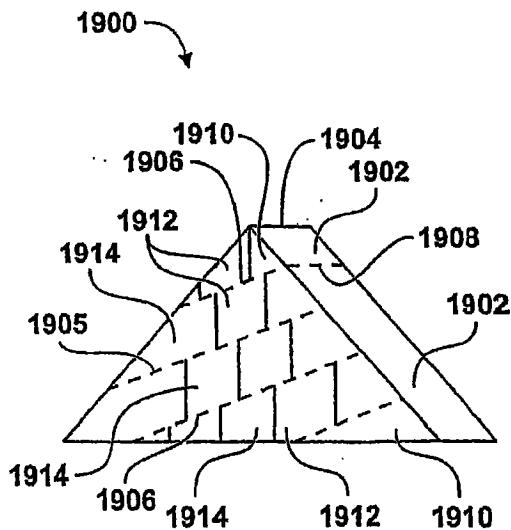


图 19

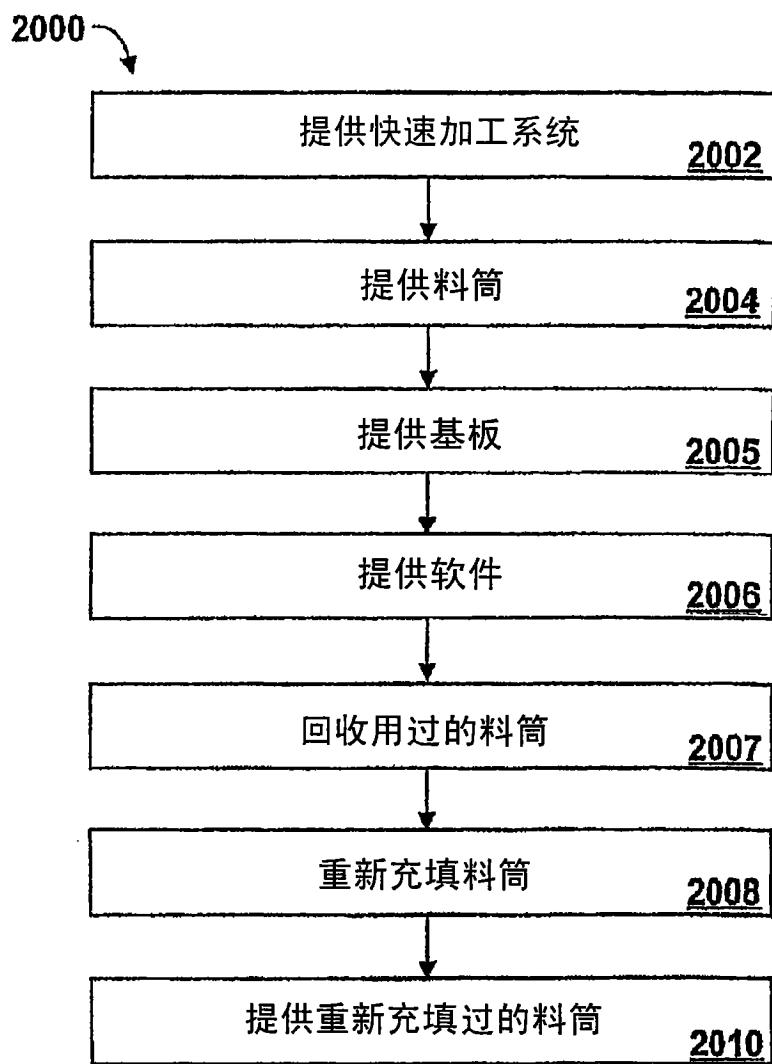


图 20

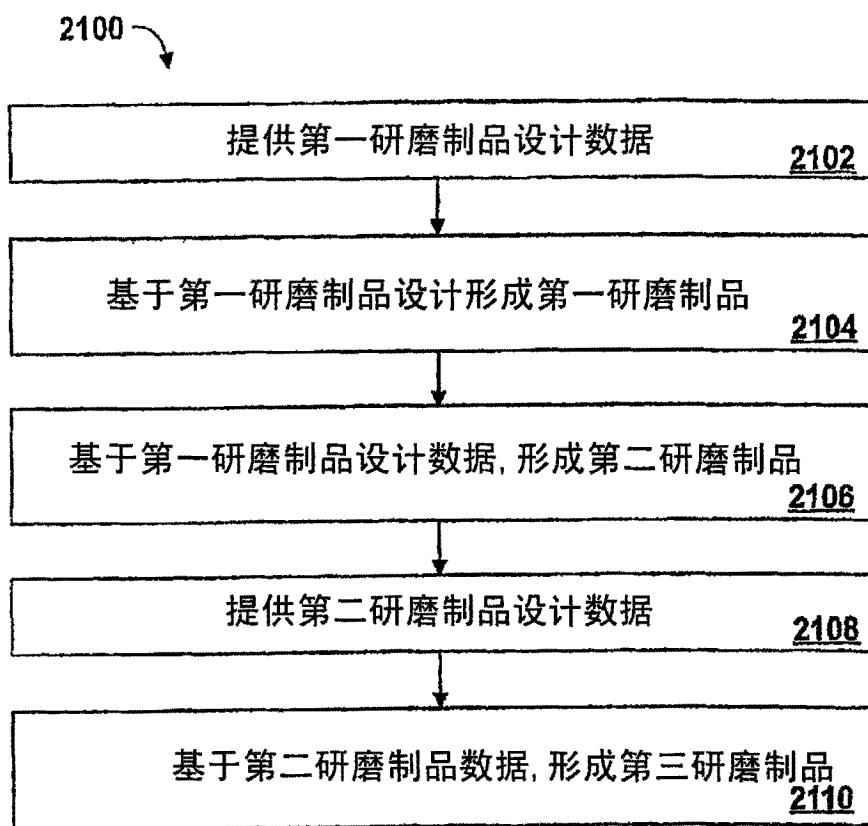


图 21