

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480031877.1

[51] Int. Cl.

B22F 3/105 (2006.01)

B29C 33/10 (2006.01)

[43] 公开日 2006年12月6日

[11] 公开号 CN 1874863A

[22] 申请日 2004.9.9

[21] 申请号 200480031877.1

[30] 优先权

[32] 2003.9.11 [33] US [31] 60/502,068

[86] 国际申请 PCT/US2004/029236 2004.9.9

[87] 国际公布 WO2005/025779 英 2005.3.24

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.28

[71] 申请人 EX 一公司

地址 美国宾夕法尼亚

共同申请人 通用汽车公司

[72] 发明人 M·L·赖纳松 J·赫茨纳

J·L·菲舍 D·J·马斯

D·R·纳尔逊 L·J·沃斯

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 史雁鸣

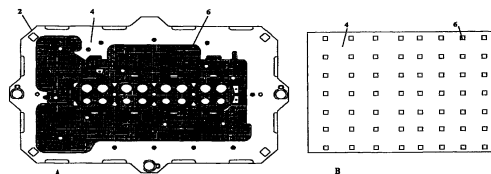
权利要求书 8 页 说明书 11 页 附图 4 页
按照条约第 19 条的修改 3 页

[54] 发明名称

分层制造的具有小宽度流体引流口的制品及其制造方法

[57] 摘要

本发明利用分层制造工艺制造制品(2)，该制品(2)具有至少一个在分层制造过程中制造的小宽度流体引流口(6)。这种小宽度流体引流口(6)可以具有任何所需的横截面形状、取向、曲率。本发明还包括包含有至少一个小宽度流体引流口(6)的制品(2)，其中，借助分层制造工艺同时制造所述制品(2)和所述小宽度引流口(6)。



1.一种方法，包括利用分层制造工艺制造具有至少一个小宽度流体引流口的制品，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有非圆形横截面形状，并且借助所述分层制造工艺形成在所述制品中。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有多边形横截面形状。

3.如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有正方形横截面形状和六边形横截面形状中的至少一种。

4.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口的宽度沿着其中心线变化。

5.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口的横截面形状沿着其中心线变化。

6.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有非直线的中心线。

7.如权利要求1所述的方法，进一步包括以下步骤：

a) 提供粉末层；以及

b) 通过在所述粉末层的预先限定的区域内将所述粉末粘结到一起，印刷所述制品的层。

8.如权利要求7所述的方法，其特征在于，所述粉末包括从由金属、陶瓷、聚合物和复合物组成的组中选择出来的至少一种。

9.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有在约0.02cm和约0.25cm之间的范围内的宽度。

10.如权利要求1所述的方法，进一步包括创建所述制品的电子表示的步骤，所述制品带有至少一个位于所述制品内的小宽度流体引流口。

11.如权利要求10所述的方法，进一步包括以下步骤：

a) 提供一种算法；以及

b) 在计算机上执行所述算法, 以便进行下述中的至少一项:

i) 设计所述至少一个小直径流体引流口;

ii) 在所述制品内选择用于所述至少一个小直径流体引流口的位置;

iii) 对于所述制品的表面的至少一部分, 选择多个所述小直径流体引流口的阵列密度;

iv) 将所述至少一个小直径流体引流口的电子表示结合到所述制品的电子表示内; 以及

v) 使所述制品以逐层的方式被印刷。

12. 如权利要求 1 所述的方法, 进一步包括以下步骤:

a) 创建包含所述制品的表示的第一电子文件, 其中, 所述至少一个小流体引流口不在所述制品的所述表示内;

b) 创建第二电子文件, 该第二电子文件包含所述至少一个不在的小宽度流体引流口的表示; 以及

c) 将所述第一电子文件和所述第二电子文件合并, 以便创建第三电子文件, 该第三电子文件包含所述制品的表示, 其中, 所述制品带有设置在所述制品内的所述至少一个不在的小宽度流体引流口。

13. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述制品是 EPS 珠模具的组成部分。

14. 如权利要求 13 述的方法, 进一步包括以下步骤:

a) 利用所述制品制成模型; 以及

b) 将所述模型用在消失模模制工艺中。

15. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述制品是从射出成型模具、真空成形工具、热传导装置和流体调节装置组成的组中选择出来的至少一种的组成部分。

16. 如权利要求 1 所述的方法, 进一步包括将所述制品用到由 EPS 珠模塑工艺、射出成型工艺、真空成形工艺、热传导装置和流体调节装置组成的组中选择出来的至少一种的步骤。

17. 如权利要求 1 所述的方法, 进一步包括将所述至少一个小宽度

流体引流口沿着基本上不与所述小宽度流体引流口终止的表面垂直的方向取向的步骤。

18.如权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述制品具有多个小宽度的流体引流口，并且，所述制品是在使用时具有开口方向的多件式模具的组成部分，其中，取向步骤包括对所述多个小宽度流体引流口中的至少一个进行取向，使之具有与所述开口方向平行取向的中心线。

19.如权利要求 1 所述的方法，进一步包括利用熔渗剂熔渗所述制品的步骤。

20.如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述熔渗剂是金属。

21.如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述熔渗剂是青铜。

22.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述分层制造工艺是三维印刷工艺。

23.如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有多边形的横截面形状。

24.如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口的宽度沿着其中心线变化。

25.如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口的横截面形状沿着其中心线变化。

26.如权利要求 22 所述的方法，进一步包括以下步骤：

a) 提供包括金属粉末的粉末层；以及

b) 通过将粘合剂沉积到所述粉末层上以便在所述粉末层的预先选定的区域中将所述金属粉末粘结到一起，印刷所述制品的层。

27.如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述粘合剂包括聚合物和碳水化合物中的至少一种。

28.如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，所述金属粉末包括不锈钢粉末。

29.如权利要求 22 所述的方法，进一步包括利用熔渗剂熔渗所述制品的步骤。

30.如权利要求 29 所述的方法，其特征在于，所述熔渗剂包括金属。

31.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述分层制造工艺是选择性激光烧结工艺。

32.如权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有多边形横截面形状。

33.如权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口的宽度沿着其中心线变化。

34.如权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口的横截面形状沿着其中心线变化。

35.如权利要求 31 所述的方法，进一步包括以下步骤：

a) 提供包括金属粉末和粘合剂的粉末层；以及

b) 通过在所述粉末层上扫描激光束以使所述粘合剂在所述粉末层的预先选定的区域内将所述金属粉末结合到一起，印刷所述制品的层。

36.如权利要求 31 所述的方法，进一步包括利用熔渗剂熔渗所述制品的步骤。

37.如权利要求 36 所述的方法，其特征在于，所述熔渗剂包括金属。

38.一种制品，该制品利用权利要求 1 所述的方法制造。

39.一种制品，该制品利用权利要求 3 所述的方法制造。

40.一种制品，该制品利用权利要求 6 所述的方法制造。

41.一种制品，该制品利用权利要求 7 所述的方法制造。

42.一种制品，该制品利用权利要求 9 所述的方法制造。

43.一种制品，该制品利用权利要求 13 所述的方法制造。

44.一种制品，该制品利用权利要求 17 所述的方法制造。

45.一种制品，该制品利用权利要求 18 所述的方法制造。

46.一种方法，包括利用分层制造工艺制造具有至少一个小宽度流体引流口的制品，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有

非直线中心线，并且借助所述分层制造工艺将所述引流口形成在所述制品中。

47.如权利要求 46 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有非圆形横截面形状。

48.如权利要求 47 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有多边形横截面形状。

49.如权利要求 48 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有正方形横截面形状和六边形横截面形状中的至少一种。

50.如权利要求 46 所述的方法，进一步包括以下步骤：

- a) 提供包括粉末的粉末层；以及
- b) 通过在所述粉末层的预先限定的区域内将所述粉末粘结到一起，印刷所述制品的层。

51.如权利要求 50 所述的方法，其特征在于，所述粉末包括从由金属、陶瓷、聚合物和复合物组成的组中选择出来的至少一种。

52.如权利要求 46 所述的方法，其特征在于，所述至少一种小宽度流体引流口具有在约 0.02cm 和约 0.25cm 之间的范围内的宽度。

53.如权利要求 46 所述的方法，进一步包括创建所述制品的电子表示的步骤，其中，所述制品带有至少一个位于所述制品内的所述小宽度流体引流口。

54.如权利要求 53 所述的方法，进一步包括以下步骤：

- a) 提供一种算法；以及
- b) 在计算机上执行所述算法，以便进行下述至少一项：
 - i) 设计所述至少一个小直径流体引流口；
 - ii) 在所述制品内选择用于所述至少一个小直径流体引流口的位置；
 - iii) 对于所述制品的表面的至少一部分，选择多个所述小直径流体引流口的阵列密度；
 - iv) 将所述至少一个小直径流体引流口中的电子表示结合到所述

制品的电子表示内；以及

v) 使所述制品以逐层的方式被印刷。

55.如权利要求 46 所述的方法，进一步包括以下步骤：

a) 创建包含所述制品的表示的第一电子文件，其中，所述至少一个流体引流口不在所述制品的表示内；

b) 创建第二电子文件，该第二电子文件包含有所述至少一个不在的小宽度流体引流口的表示；以及

c) 将所述第一电子文件和所述第二电子文件合并，以便创建第三电子文件，该第三电子文件包含所述制品的表示，其中，所述制品带有位于所述制品内的所述至少一个不在的小宽度流体引流口。

56.如权利要求 46 所述的方法，其特征在于，所述制品是 EPS 珠模具的组成部分。

57.如权利要求 56 所述的方法，进一步包括以下步骤：

a) 利用所述制品制成模型；以及

b) 将所述模型用在消失模模制工艺中。

58.如权利要求 46 所述的方法，其特征在于，所述制品是从射出成型模具、真空成形工具和流体调节装置组成的组中选择出来的至少一种的组成部分。

59.如权利要求 46 所述的方法，进一步包括将所述制品用到由 EPS 珠模塑工艺、射出成型工艺、真空成形工艺和流体调节装置组成的组中选择出来的至少一种的步骤。

60.如权利要求 46 所述的方法，进一步包括利用熔渗剂熔渗所述制品的步骤。

61.如权利要求 60 所述的方法，其特征在于，所述熔渗剂是金属。

62.如权利要求 61 所述的方法，其特征在于，所述熔渗剂是青铜。

63.如权利要求 46 所述的方法，其特征在于，所述分层制造工艺是三维印刷工艺。

64.如权利要求 63 所述的方法，进一步包括以下步骤：

a) 提供包括金属粉末的粉末层；以及

b) 通过将粘合剂沉积到所述粉末层上以便在所述粉末层的预先选定的区域中将所述金属粉末粘结到一起, 印刷所述制品的层。

65. 如权利要求 64 所述的方法, 其特征在于, 所述粘合剂包括聚合物和碳水化合物中的至少一种。

66. 如权利要求 63 所述的方法, 进一步包括利用熔渗剂熔渗所述制品的步骤。

67. 如权利要求 46 所述的方法, 其特征在于, 所述分层制造工艺是选择性激光烧结工艺。

68. 如权利要求 67 所述的方法, 进一步包括以下步骤:

a) 提供包括金属粉末和粘合剂的粉末层; 以及

b) 通过在所述粉末层上扫描激光束以使所述粘合剂在所述粉末层的预先选定的区域内将所述金属粉末粘结到一起, 印刷所述制品的层。

69. 如权利要求 67 所述的方法, 进一步包括利用熔渗剂熔渗所述制品的步骤。

70. 如权利要求 69 所述的方法, 其特征在于, 所述熔渗剂包括金属。

71. 一种制品, 该制品利用权利要求 46 所述的方法制造。

72. 一种制品, 该制品利用权利要求 47 所述的方法制造。

73. 一种制品, 该制品利用权利要求 48 所述的方法制造。

74. 一种制品, 该制品利用权利要求 50 所述的方法制造。

75. 一种制品, 该制品利用权利要求 56 所述的方法制造。

76. 一种制品, 该制品利用权利要求 58 所述的方法制造。

77. 一种方法, 包括利用分层制造工艺制造具有至少一个小宽度流体引流口的制品, 其特征在于, 所述至少一个小宽度流体引流口是分支的, 并且借助所述分层制造工艺将所述引流口形成在所述制品中。

78. 一种制品, 该制品利用权利要求 77 所述的方法制造。

79. 一种方法, 包括利用分层制造工艺制造具有至少一个小宽度流体引流口的制品, 其特征在于, 所述至少一个小宽度流体引流口具有

多边形横截面形状，并且借助所述分层制造工艺将所述引流口形成在所述制品中。

80.如权利要求 79 所述的方法，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口具有正方形横截面形状。

81.一种方法，包括利用分层制造工艺制造具有至少一个小宽度流体引流口的制品，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口的宽度沿着其中心线变化，并且借助所述分层制造工艺将所述引流口形成在所述制品中。

82.一种方法，包括利用分层制造工艺制造具有至少一个小宽度流体引流口的制品，其特征在于，所述至少一个小宽度流体引流口的横截面形状沿着其中心线变化，并且借助所述分层制造工艺将所述引流口形成在所述制品中。

83.一种制品，该制品利用权利要求 79 所述的方法制造。

84.一种制品，该制品利用权利要求 80 所述的方法制造。

85.一种制品，该制品利用权利要求 81 所述的方法制造。

86.一种制品，该制品利用权利要求 82 所述的方法制造。

分层制造的具有小宽度流体引流口的制品及其制造方法

技术领域

本发明涉及分层制造的制品，该制品包括至少一个小宽度的流体引流口。更具体地说，本发明涉及这样的制品，其中，在分层制造的过程中，制造至少一个这种引流口。再具体地说，本发明涉及这样一种制品，其中，一个或多个引流口具有变化的形状或非直线的中心线。本发明还涉及制造这种制品的方法。

背景技术

很多制造的制品包括小直径的流体引流口，所述引流口允许流体流入和/或流出该制品或者该制品的一部分。例如，用诸如膨胀性聚苯乙烯（“EPS”）等膨胀性聚合物珠制造制品的模具包括多个小宽度的流体引流口，所述小宽度的流体引流口用于将蒸气导入到模具中或者引导穿过该模具，以便使聚合物珠进一步膨胀并结合到一起。注塑成形模具包括小宽度的流体引流口，所述小宽度的流体引流口在注塑工艺中允许被捕获的空气从模具中逸出。真空成形工具、诸如用于热成形塑料片材的真空成形工具，包括小宽度的流体引流口，用于在所述工具与将要贴着工具的表面形成的塑料片材之间抽真空。流体调节装置、诸如用于减震器中的流体调节装置，也包括至少一个小宽度的流体引流口。用于开环和闭环热交换器的热交换装置。

目前，一个或多个小宽度流体引流口的生成需要在制品上实施的某些类型的穿孔步骤，例如利用一些机械、电学、光学或者化学的手段冲孔或钻孔。在EPS珠模具的情况下，引流口的制造需要：钻出约0.16cm和约0.64cm之间的带肩孔，具有要被压入配合到孔内的带槽端面的圆柱形五金具，以及将要被加工的模具表面，以便确保五金具与模具表面齐平。或者，这样的引流口可以通过激光钻孔形成，在激光钻孔之后，手工清理模具表面以去除由于激光钻孔操作引起的毛刺

以及其它的不规则性。这样的引流口也可以通过放电加工或者通过化学腐蚀或钻孔来产生。

这样的引流口制造工艺是昂贵的和费时的。而且，这些工艺将引流口的部位限制在制造所述引流口所要使用的工具能够接近的区域。如果在另外的不能接近的区域需要引流口，必须将制品切开，以便能够接近所需要的区域，在被卸下的部分中制造所述一个或多个引流口，然后将被卸下的区域重新结合到制品上。

现有技术的另一个缺点是，小宽度的流体引流口相对于制品表面的取向，受到所采用的穿孔技术以及单个小宽度的流体引流口所处的表面部分的可接近性的限制。当表面形状弯曲或者是复杂的、或者其接近受到限制时，小宽度流体引流口很可能具有不太理想的取向。当采用诸如激光或者化学钻孔等技术时，小宽度流体引流口的取向通常被限制在基本上垂直于制品表面。

现有技术的另一个缺点是，它限制所述一个或多个引流口具有基本上直的中心线，并且绝大多数现有技术的方法限于制造具有基本上圆形横截面形状的引流口。

需要一种制造包括至少一个小宽度的流体引流口的制品的方法，该方法可以避免与制造所述引流口的穿孔技术相关的高成本以及困难。

发明内容

本发明的一个方面是提供一种制造包含至少一个小宽度的流体引流口的制品的方法，该方法避免现有技术中的一个或多个固有的缺点。为此，本发明采用一种分层制造工艺，用于制造具有至少一个小宽度的流体引流口的制品，其中，所述一个或多个引流口在分层制造工艺过程中进行制造。

这里以及所附权利要求书中所用的术语“分层制造工艺”，指的是任何一种这样的工艺：该工艺产生一种有用的三维制品，该工艺包括每次一层地按顺序形成该制品的形狀的步骤。在采用逐层构造工艺制造少量的特定的制品时，在本领域中，分层制造工艺也被称为“快速

原型制作工艺 (rapid prototyping processes)”。分层制造工艺可以包括一个或多个后形状成形操作 (post-shape forming operations), 用于提高制品的物理和/和机械性质。优选地分层制造工艺包括三维印刷 (“3DP”) 工艺, 和选择性的激光烧结 (“SLS”) 工艺。3DP 工艺的一个例子可以在 2000 年 3 月 14 日公告的 Sachs 的美国专利 No.6,036,777 中找到。SLS 工艺的一个例子可以在 1991 年 12 月 31 日公告的 Bourell 等人的美国专利 No.5,076,869 中找到。根据本发明的分层制造工艺可以用于制造由金属、聚合物、陶瓷或复合材料制成的制品。

这里和所附权利要求中使用的术语“宽度”是指对着引流口的外周并通过引流口的横截面上的引流口中心线的最短的线, 其中, 所述引流口的横截面垂直于所述引流口的中心线。这里和所附权利要求中使用的术语“小宽度”是指 0.25cm 或更小的宽度。优选地, 对于本发明, 小宽度流体引流口具有尺寸范围从约 0.02cm 到约 0.25cm 的宽度。

当在这里提到小宽度流体引流口时所用的术语“横截面形状”, 指的是由局部垂直于该引流口的中心线的平面内的引流口的外周所限定的形状。

与现有技术不同, 本发明给予制品的设计者将所述一个或多个小宽度的流体引流口配置在他们最需要的部位的自由, 而无需将制品切开并重新装配。本发明还允许制品设计者将所述一个或多个引流口的取向以及多个引流口的配置密度最佳化。例如, 本发明允许制品设计者将 EPS 珠模具的引流口与模具开口方向平行地取向, 以便于容易地卸下成形的 EPS 部件并且降低引流口被可能挤压到引流口内的 EPS 材料堵塞的可能性。本发明还允许设计者在需要大的通风量的区域中采用高的引流口配置密度, 而在需要小的通风量的区域中采用低的引流口配置密度。而且, 本发明所提供的灵活性允许设计者利用计算机运算的算法将引流口的设计、配置和排列密度最佳化。包含所述算法的计算机程序甚至可以创建将引流口结合到制品内的电子文件并使得制品被印刷, 而所有这些, 在选择好设计标准之后, 只需很少或者无

需人的介入。

而且，虽然绝大部分穿孔技术限制设计者只能使用具有圆形截面的一个或多个小宽度流体引流口，而本发明则允许设计者使用各种各样的截面形状，甚至是正方形的截面形状。本发明还允许设计者改变引流口沿着其长度方向的截面形状和/或宽度。本发明还使设计者摆脱现有技术的限制，所述限制是引流口的中心线必须是直线，并具有只依赖于制品的厚度的长度。而本发明则允许设计者旋转、弯曲中心线或者改变中心线的方向。关于单独或者与本发明允许引流口在任何需要的部位并以任意的阵列密度配置容易性相结合地采用的引流口的截面形状、宽度、取向和中心线曲率，本发明所提供的巨大的灵活性，对于利用引流口设计作为流体和压力控制的手段的设计者而言提供了空前的机会。

例如，通过考虑到其特定位置的特性地配置每一个引流口，本发明可以在其整个厚度变化的、具有位于复杂的表面上的多个小宽度流体引流口的制品中，使得通过其每一个引流口具有相等的流体流速。

本发明的另一个方面提供一种包括至少一个小宽度的流体引流口的制品，其中，所述制品和所述一个或多个小宽度的引流口同时由分层制造工艺制成。

本发明所制造的制品特别适合于制造 EPS 模塑发泡制品，用作消失模模制 (lost-foam moulding) 工艺的模型，饮用杯，圣诞节装饰品，包装材料，浮动装置，以及绝缘材料。

附图说明

通过参照附图，可以更好地理解本发明的特征和优点的关键性。但是，应当理解，附图只是为了说明的目的而设计的，而不是对本发明作出的限定。

图 1A 是 EPS 珠模具的一个半模的顶视图，该 EPS 珠模具具有根据本发明制造的小宽度流体引流口。

图 1B 是图 1A 所示的 EPS 珠模具的带孔的模具表面的一小部分的顶视图。

图 2 是根据本发明的实施例具有各种小宽度流体引流口结构的制品的壁的截面表示 (representation)。

图 3 是根据本发明的实施例的具有各种截面形状的小宽度流体引流口的制品的平坦表面的表示的顶视图。

具体实施方式

在本节，将详细描述本发明的一些目前的优选实施例，对于熟悉本领域的人员来说，足以实施本发明。但是，应当理解，这里描述了有限数目的目前优选的实施例这一事实，绝不以任何方式限制所附权利要求书中所提出的本发明的范围。

为了说明的清楚性和简明性，将目前优选实施例的描述限制为对制造 EPS 珠模具的描述，其中，所采用的分层制造工艺是 3DP 工艺。熟悉本领域的人员将会认识到，本发明包括，在任何分层制造工艺的尺寸及材料能力范围内、对任何类型的具有一个或多个小宽度的流体引流口的制品的制造，所述分层制造工艺适合于包括在以层状的方式构成的制品中包含一个或多个小宽度的流体引流口。

在传统的 EPS 珠模塑操作中，将部分膨胀的 EPS 珠装入到闭合的双件式 EPS 珠模具中。然后将蒸气导入到包围 EPS 珠模具的腔室内。蒸气通过多个小宽度的流体引流口被导入到 EPS 珠模具中，导致在部分膨胀的 EPS 珠内的例如戊烷等发泡剂进一步将珠膨胀，然后，以由 EPS 珠模具限定的形状熔合在一起。在通入蒸气的步骤完成之后，通过向围绕 EPS 珠模具的腔室施加真空和/或在 EPS 珠模具的外表面上喷水，将模塑的制品冷却。然后，打开 EPS 珠模具，将模塑的部件卸下。传统的 EPS 珠的模塑操作，在 1995 年 10 月 3 日公告的 Bishop 的美国专利 No.5,454,703 中进行过描述。

将蒸气导入到 EPS 珠模具内的引流口的宽度必须小于部分膨胀的 EPS 珠的尺寸，以便防止所述珠阻塞引流口或通过引流口离开模腔。典型地，部分膨胀的 EPS 珠的直径在大约 0.05cm 的量级。部分是由于这种小的尺寸，部分是由于需要使装入到 EPS 珠模具的模腔中的所有部分膨胀的 EPS 珠与蒸气接触，希望将尽可能多的小宽度的流

体引流口配置在 EPS 珠模具的表面上。但是，穿孔工具向 EPS 珠模具的膜塑表面的复杂或凹入的区域的接近性问题，使得利用传统的 EPS 珠模具制造技术很难将引流口的配置最佳化。

根据本发明的一个方面，可以将多个小宽度流体引流口结合到作为利用分层制造工艺、例如 3DP 工艺制造的 EPS 珠模具部分的 EPS 珠模具的每一个部分中。

3DP 工艺在概念上类似于喷墨打印。但是，代替墨，3DP 工艺将粘合剂沉积到粉末床的顶层上。根据将被制造的制品的三维电子表示 (three-dimensional representation) 的两维片段 (two-dimensional slice)，将这种粘合剂印刷到粉末层上。一层接一层地印刷，直到形成整个制品为止。所述粉末可以包括金属、陶瓷、聚合物或者复合材料。粘合剂可以包括聚合物和碳水化合物中的至少一种。适合的粘合剂的例子在 1991 年 10 月 31 日公告的 Bourell 等人的美国专利 No.5, 076, 869 中以及 2003 年 7 月 1 日公告的 Liu 等人的美国专利.No. 6,585,930 中给出。

根据粉末的堆积密度，印刷的制品典型地由从约 30 到超过 60 体积百分比的粉末、以及约 10 体积百分比的粘合剂构成，其余为空隙空间。在这一阶段，印刷的制品是有些易碎的。可以进行印刷后处理，以便提高印刷制品的物理和/或机械性质。典型地，这种印刷后处理包括热处理印刷的制品，以便利用随后硬化或固化的熔渗剂材料代替粘合剂，从而制成具有所需物理和机械性质的高密度的制品。在采用熔渗步骤的情况下，必须防止所述熔渗封住小宽度引流口。可以使用 1998 年 7 月 7 日公告的 Sachs 等人的美国专利 No.5,775,402 中描述的关于避免熔渗剂堵塞形成在分层制造的物品内的冷却剂通道的技术，以防止熔渗剂堵塞根据本发明制造的物品中的引流口。

用于分层制造工艺中的物品的三维电子表示，典型地利用计算机辅助设计 (CAD) 软件来创建。三维电子表示的 CAD 文件，典型地被转换成另外的文件格式，所述格式在工业中称为立体平版印刷文件格式或者标准三角语言 (“STL”) 文件格式或 STL 格式。然后，利用

适当的切片 (slicing) 程序处理 STL 格式文件, 以便产生电子文件, 该电子文件将制品的三维电子表示转换成包括被表示为两维片段的制品的 STL 格式文件。所述片段的厚度典型地在约 0.008cm 到约 0.03cm 的范围内, 但是, 根据所要制造的制品的设计标准以及所采用的特定的分层制造工艺, 也可以显著不同于该范围。对于熟悉本领域的人员而言, 用于制造各种电子文件的适当程序是公知的。

作为实施本发明的一个方面的例子, 现将描述双件式 EPS 珠模具中的一个部件的制造。这里将 EPS 珠模具中的每一部件都看成一个独立的制品, 第二个部件可以单独地制造, 也可以和第一部件同时制造。

首先, 作为 CAD 文件创建模具部件的三维电子表示, 然后转换成 STL 格式文件。接着, 创建制品将要具有的小宽度流体引流口阵列的三维电子表示的 CAD 文件。然后, 将引流口阵列的 CAD 文件转换成 STL 格式文件。

熟悉本领域的人员将会认识到, 在创建每个制品和引流口的 CAD 文件的过程中, 必须调整制品和引流口的尺寸, 以便考虑到在制造过程中可能发生的诸如收缩等的任何尺寸变化。例如, 为了补偿在特定制品的由 3DP 工艺进行的制造的过程中产生的收缩, 有可能把具有最终直径为 0.046cm 的引流口, 设计成用 0.071cm 的直径进行印刷。

将两个 STL 格式文件进行比较, 以便确保各个引流口位于制品中的所需位置上。可以对 STL 文件进行任何需要的修正和修改。然后, 利用合适的软件程序将两个 STL 格式文件合并, 所述合适的程序执行布尔运算, 例如执行二进制减法运算, 将引流口的三维表示从制品的三维表示中减去。这种程序的一个例子是 Magics RP 软件, 可以从 Materialise NV, Leuven, Belgium 获得。也可以进行需要的修正或修改, 以便获得例如将引流口从不需要的区域除去的电子表示。

文件合并步骤产生包含所需的小宽度流体引流口阵列的制品的三维电子文件。这种电子文件在这里称为“3-D 带孔制品文件”。然后可以利用传统的切片程序将 3-D 带孔制品文件转换成包括表示成两维片段的制品的电子文件。这种电子文件在这里称为“带孔制品 2-D 片段

文件”。可以对带孔制品 2-D 片段文件检查错误以及对其进行任何需要的修正或修改。然后由 3DP 工艺设备利用该带孔制品 2-D 片段文件创建制品的印刷型式，随后可以对该型式进行处理，进一步改进其物理和/或机械性质。这种 3DP 工艺设备的一个例子是可以从 Extrude Hone Corporation, Irwin, PA 15642 获得的 ProMetal® Model RTS 300 单元。

应当理解，在前面的章节中所揭示的用于产生包括一个或多个所需的小宽度流体引流口的制品的电子表示的方法，只是很多产生这种电子表示的方法中的一个，其中，所述的制品的电子表示可以被分层制造工艺设备使用以便逐层地制造制品。所采用的确切的方法由设计者自由决定，并与以下因素有关，例如，制品的复杂性和尺寸，制品将要具有的小宽度流体引流口的尺寸和数目，能够获得的计算机处理设备，可用于处理一个或多个电子文件的计算时间。例如，对于只包含单一的小宽度流体引流口的简单制品，可以很迅速地将引流口包括到含有制品的三维电子表示的初始 CAD 文件中。在其它情况下，有可能需要在将两个文件合并之前就消除引流口阵列和制品的 STL 文件的比较步骤。熟悉本领域的人员将会认识到，有些分层制造工艺使得切片步骤对于使用者而言是一目了然的，即，使用者只须将物体的三维表示的 CAD 或者 STL 文件输入到处理设备中，设备会自动地完成产生逐层建造制品所需的二维片段所必要的额外的操作。虽然如此，在这种过程中，仍然完成切片操作。应当理解，产生可以被分层制造工艺设备使用的、具有一个或多个小宽度流体引流口的制品的电子表示的所有可能的变化，都在本发明的意图的范围之内。

本发明允许设计者使用计算机运行的算法，以便优化引流口的设计、配置和阵列密度。也可以利用包含该算法的计算机程序，例如以上面描述的方式，创建将引流口结合到制品中的电子文件。也可以使得该制品能够被印刷。从而，本发明的这个方面，在选择设计标准之后，允许设计者在很少或者完全没有人的介入的情况下从设计准则转为印刷的制品。这种算法的设计以及运行该算法的相关软件，通过综合流体动力学的原理、制品设计、机械自动化以及计算机编程，完

全处于熟悉本领域的人员的技能范围之内。

本发明的另外一个方面提供一种制品，该制品包括至少一个小宽度的流体引流口，其中，该制品和引流口借助分层制造工艺同时制造。这种制品的例子包括、但并不局限于：EPS珠模具及其部分，带孔的注塑模具，真空成形工具，传热装置，流体调节装置，以及用于减震器中所使用的制品。

本发明的另外一个方面在于，允许每个单独的小宽度流体引流口的几何形状的几乎无限制的灵活性。例如，图2表示根据本发明的具有各种引流口结构的制品的壁的一部分横截面。制品的壁10的厚度变化，并且样品小宽度流体引流口12-32每一个都具有不同的几何结构。根据本发明制造的引流口甚至可以是分支的，如样品引流口18所例示的那样，该引流口18具有分支20、22、24、26。分支的引流口可以包括、但不局限于具有1至n或者n至1主干至分支的关系的引流口。而且，根据本发明制造的引流口可以具有非直线的中心线，如样品引流口16、28所例示的那样。

进而，借助本发明能够实现任何所需横截面形状的小宽度流体引流口。和绝大多数现有技术不同，设计者不仅不被限制在单一的基本上圆形的横截面形状，本发明还允许设计者在制品内采用不同横截面形状的引流口。另外，发明人已经发现令人惊奇的结果，即，对于具有大量的引流口，例如几百个或者更多的引流口的制品，不管是单独的还是作为制品的一部分，当引流口的横截面形状为多边形、例如为六边形或者正方形而非圆形时，电子文件的大小以及包含引流口的表示的电子文件处理时间显著降低。

例如，参照图3，该图表示根据本发明的一个制品的带孔的平的表面40的一小部分。带孔的表面40包括五个小宽度流体引流口42-50。引流口42具有圆形的横截面形状；引流口44具有三角形横截面形状；引流口46具有正方形横截面形状；引流口48具有矩形横截面形状；引流口50具有六边形横截面形状。

熟悉本领域的人员将会认识到，在本发明的意图的范围内的制品，

是可以与利用其它方法制造的具有小宽度流体引流口的制品区分开的。例如，在某些情况下，这种制品可以通过利用任何其它制造方法所不能实现的引流口的配置和取向来加以区分。这是因为，现有技术的引流口的配置和取向受到穿孔工具的可接近性的限制，而本发明允许将引流口配置在制品上的任何部位并沿着任意方向取向。这样的制品还可以由所属一个或多个引流口的横截面形状来区分，利用现有技术的方法该横截面形状限于大致圆形的形状，而根据本发明则可以是包括正方形在内的任何形状。这样的制品也可以通过各个引流口的壁的结构被区分开，因为利用穿孔方式制造的引流口的壁可能显示出所采用的引流口成形方法的印迹，而根据本发明制造的引流口可能会显示出制造所述制品所采用的逐层制造工艺的结构特征。

包含有小宽度流体引流口的制品的一个例子示于图 1A，其中，所述制品和引流口借助分层制造工艺同时制成。所示制品是 EPS 珠模具的上半模，该模具用于制造四缸发动机头的消失模模型。半模 2 具有复杂的模具表面 4，并且，在印刷阶段，长 74.6cm，宽 49.4cm，厚 4.6cm。该半模 2 包括 27,000 以上的小宽度流体引流口 6。每一个引流口 6 具有正方形的横截面，宽度为 0.05cm。为了更好地说明引流口 6，图 1B 表示半模 2 的模具表面 4 的一小部分的特写视图。引流口 6 全部与 EPS 珠模具的开口方向 8 平行取向，也就是与进入图 1A 的页面的方向平行。采用 3DP 工艺，利用颗粒尺寸为 -170 目/+325 目、等级为 420 的不锈钢粉末和印刷粘合剂，制造印刷的半模 2。印刷粘合剂为 ProMetal® SBC-1，一种可以从 Extrude Hone Corporation, Irwin, PA 15642 获得的碳水化合物/丙烯酸粘合剂。

接着将印刷的制品利用 90 重量百分比的铜、10 重量百分比的青铜合金进行熔渗，以提高其物理和机械性质。在熔渗步骤中，通过控制印刷制品在熔渗剂被通过毛细作用进入到印刷的制品内的熔渗剂源上方的高度，从而使得熔渗的毛细管力与熔渗剂的静水头压力平衡，基本上防止熔渗剂流入到引流口内。这种高程控制技术，使得制品被完全熔渗，而不会阻塞引流口 6 或导致引流口变得尺寸不足。代替或

者除了高程控制技术之外，防止引流口被阻塞或者变得尺寸不足的另外一种技术是加大引流口 6 的尺寸，以允许熔渗剂对引流口 6 的内表面在一定程度上覆皮。

为了对模具表面 4 生成所需的表面光洁度，只需要比较少量的精加工工作。

尽管只给出并描述了本发明的少数几个实施例，但对于熟悉本领域的人员来说，很明显，可以对其进行很多改变和改型，而不超出下面的权利要求书中所描述的本发明的主旨和范围。这里所提到的全部美国专利，通过引用将其全部内容结合在此。

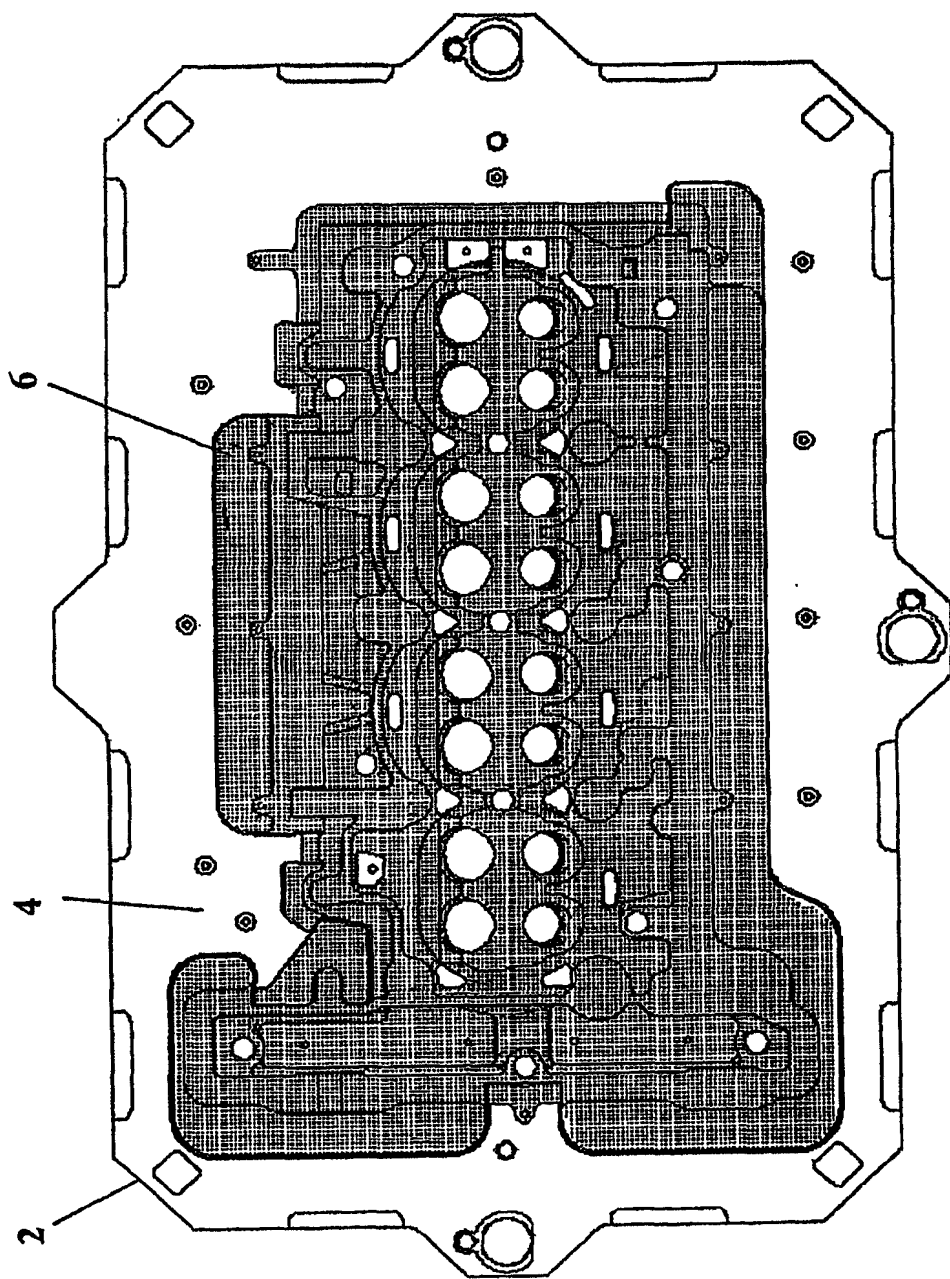


图1A

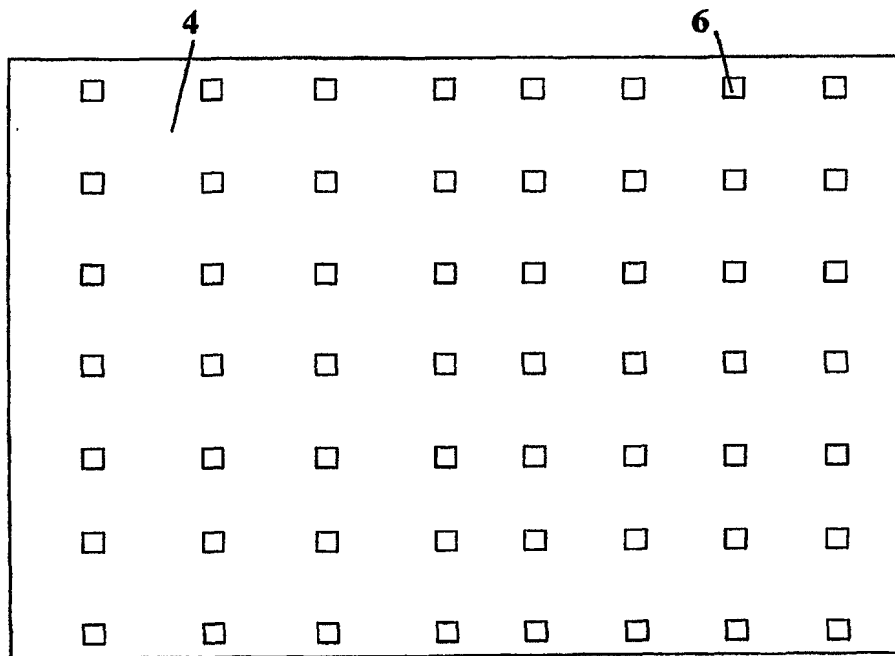


图1B

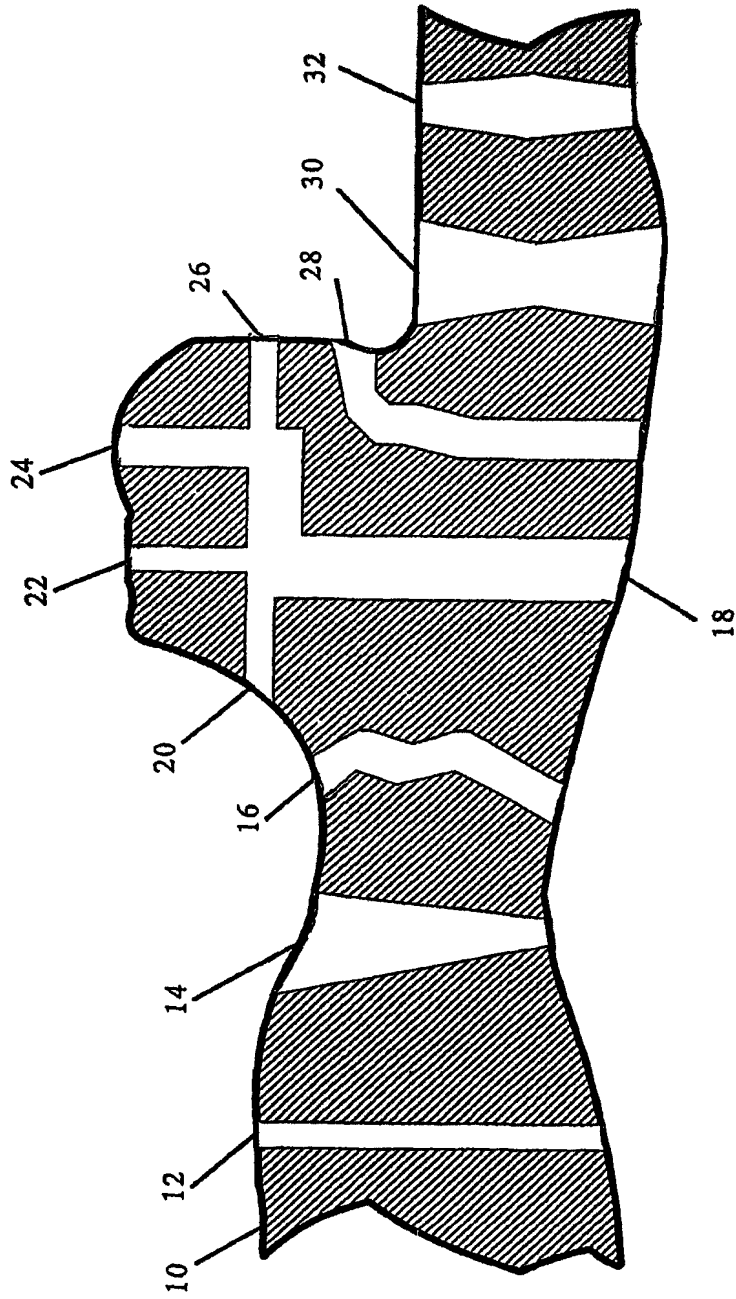


图2

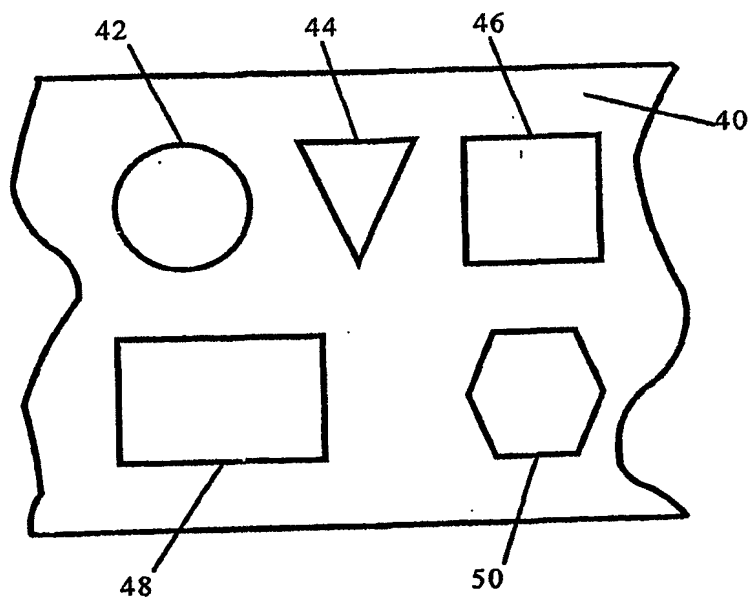


图 3

权利要求 1 - 12 (删除)

13.一种方法,包括利用分层制造工艺制造具有多个小宽度流体引流口的制品,其特征在于,至少一个所述小宽度流体引流口具有多边形横截面形状并且借助所述分层制造工艺形成在所述制品中,所述制品是EPS珠模具的组成部分,所述多个小宽度流体引流口包括有足够数量的小宽度流体引流口,使得处理包含有小宽度流体引流口的表示的电子文件的时间显著小于所述小宽度流体引流口的横截面形状为圆形时的处理时间。

14.如权利要求 13 所述的方法,进一步包括以下步骤:

- a) 利用所述制品制造模型; 以及
- b) 将所述模型用在消失模模制工艺中。

权利要求 15. - 42. (删除)

43.一种制品,该制品利用权利要求 13 所述的方法制造。

权利要求 44. - 86. (删除)

87.如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述分层制造工艺是从由三维印刷和选择性激光烧结组成的组中选择出的。

88.如权利要求 13 所述的方法,进一步包括在利用分层制造工艺制造出该制品后,对该制品进行熔渗的步骤。

89.如权利要求 13 所述的方法,进一步包括以下步骤:

- a) 创建包含所述制品的表示的第一电子文件,其中,所述至少一个流体引流口不在所述制品的表示内;
- b) 创建第二电子文件,该第二电子文件包含有所述至少一个不在的小宽度流体引流口的表示;
- c) 将所述第一电子文件和所述第二电子文件合并,以便创建第三电子文件,该第三电子文件包含所述制品的表示,其中,所述制品带有位于所述制品内的所述至少一个不在的小宽度流体引流口; 以及
- d) 利用所述第三文件和所述分层制造工艺制造所述制品。

90.如权利要求 13 所述的方法,进一步包括设计所述至少一个小宽度流体引流口、使之具有从正方形和六边形组成的组中选择出来的横截面形状的步骤。

91.如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,在所述模具使用过程中具有开口方向,所述方法进一步包括对所述至少一个小宽度流体引流口进行取向、使之具有与所述开口方向平行取向的中心线的步骤。

92.一种方法,包括以下步骤:

a) 建造具有多个小宽度流体引流口的制品的模型,以便创建电子文件,其中,每一个小宽度流体引流口都具有六边形横截面形状;以及

b) 利用该电子文件和分层制造工艺制造所述制品;

其特征在于,所述多个小宽度流体引流口包括足够大数量的小宽度流体引流口,使得处理所述电子文件的时间显著小于所述小宽度流体引流口的横截面形状为圆形时的处理时间。

93.如权利要求 92 所述的方法,进一步包括选择该制品作为减震器的流体调节部件的步骤。

94.如权利要求 92 所述的方法,进一步包括选择该制品作为模具的步骤。

95.如权利要求 94 所述的方法,其特征在于,该模具具有开口方向,所述方法进一步包括对所述至少一个小宽度流体引流口进行取向、使之具有与所述开口方向平行取向的中心线的步骤。

96.如权利要求 94 所述的方法,其特征在于,将该制品选择作为 EPS 珠模具。

97.如权利要求 96 所述的方法,进一步包括用该 EPS 珠模具制造用于消失模制工艺的模型。

98.如权利要求 92 所述的方法,进一步包括选择该制品作为热传导装置的步骤。

99.如权利要求 92 所述的方法,其特征在于,所述建造模型的步骤包括:

- i) 建造制品的模型以便创建第一电子文件;
- ii) 建造多个小宽度流体引流口的模型, 以便创建第二电子文件, 其中, 所述至少一个流体引流口具有多边形横截面;
- iii) 将第一和第二电子文件合并, 以便创建用于步骤 b) 的电子文件。

100.如权利要求 92 所述的方法, 进一步包括从由正方形和六边形组成的组中选择多边形横截面形状的步骤。

101.如权利要求 92 所述的方法, 进一步包括从三维印刷和选择性激光烧结组成的组中选择分层制造工艺的步骤。

102.如权利要求 92 所述的方法, 进一步包括在借助所述分层制造工艺制造出制品之后, 对所述制品进行熔渗的步骤。

103.如权利要求 92 所述的方法, 进一步包括设计所述至少一个小宽度流体引流口、使之具有沿着其中心线改变宽度的横截面的步骤。

104.如权利要求 92 所述的方法, 进一步包括设计所述至少一个小宽度流体引流口、使之具有沿着其长度改变横截面形状的步骤。

105.如权利要求 92 所述的方法, 进一步包括在借助所述分层制造工艺制造出该制品之后, 对该制品进行熔渗的步骤。

106.一种制品, 所述制品利用权利要求 92 所述的方法制造。