



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410095147. X

[43] 公开日 2005 年 4 月 27 日

[11] 公开号 CN 1608852A

[22] 申请日 2004. 10. 22

[21] 申请号 200410095147. X

[30] 优先权

[32] 2003. 10. 22 [33] US [31] 10/692374

[71] 申请人 惠普开发有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 D·J·贝里斯特伦 R·里瓦斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

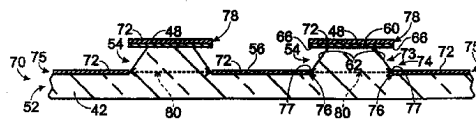
代理人 肖春京

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称 用于孔板电铸成型的型芯

[57] 摘要

一种制造用于孔板(26)的电铸成型的型芯(90)的方法。可在邻近基底(40)处形成一个掩模元件(48)的阵列。通常设置在掩模元件(48)之间的基底(40)的表面区域(58)可以被移除,从而根据掩模元件(48)的阵列产生出基部(52),该基部(52)具有底面(56)和多个从底面(56)延伸出的立柱(54)。每个立柱(54)可具有利用一掩模元件(48)在基底(40)上的正交投影而形成的周界(76)。一导电增强器(72)可沉积在邻近底面(56)处,并至少基本上终止在周界处(76),从而形成支持孔板(26)生长的导电层。



1. 一种制造用于电铸成型孔板（26）的型芯（90）的方法，包括：邻近基底（40）形成一个掩模元件（48）的阵列；去除通常设置在掩模元件（48）之间的基底（40）的表面区域（58），以根据掩模元件（48）的阵列产生出一基部（52），该基部具有一底面（56）和多个从底面（56）延伸出的立柱（54），每个立柱（54）都具有通过一掩模元件（48）在基底（40）上的正交投影形成的周界（76）；以及在邻近底面（56）处沉积一导电增强器（72），并使其至少基本上终止在周界（76）处，从而形成支持孔板（26）生长的导电层。
2. 如权利要求1所述的方法，其中形成掩模元件（48）的阵列的步骤包括靠近基底（40）的表面（46）形成一掩模层（44），并且选择性地除去与掩模元件（48）互补的部分掩模层（44），其中的除去步骤包括对表面区域（58）进行湿蚀刻和干蚀刻中的至少一种。
3. 如权利要求1和2中任何一项所述的方法，其中沉积导电增强器（72）的步骤包括在底面（56）上沉积一种金属或金属合金。
4. 如权利要求1和2中任何一项所述的方法，其中沉积导电增强器（72）的步骤包括在底面（56）下方注入离子，然后对基底（40）进行退火处理，以在注入离子的位置形成导电层。
5. 如权利要求1—3中任何一项所述的方法，其中沉积导电增强器（72）的步骤包括沿着通常与底面（56）垂直的视线可见地将导电增强器沉积在基底表面上。
6. 如权利要求1—5中任何一项所述的方法，其中立柱（54）包括与底面（56）相连的侧面（62），除去表面区域的步骤包括底切掩模元件（48）以产生设置在侧面（62）上方的悬伸物（66），并且其中沉积导电增强器（72）的步骤包括相对于侧面（62）优选地将导电增强器沉积在悬伸物（66）上。
7. 如权利要求1—6中任何一项所述的方法，其中进一步包括在沉积后除去掩模元件（48）。
8. 如权利要求1—7中任何一项所述的方法，其中沉积包括在周界（76）的大约5微米的范围内终止导电增强器（72）的布置。
9. 一种按照权利要求1—8中任何一项所述方法制造的用于电铸成型孔板

(26) 的型芯 (90)。

10. 一种制造孔板 (26) 的方法, 包括: 提供按照权利要求 1-8 中任何一项所述方法制造的型芯 (90); 以及在型芯上沉积导电材料, 以在已沉积的导电材料上形成孔 (94) 的阵列。

5

用于孔板电铸成型的型芯

5 背景技术

喷墨打印机可以使用打印头将墨滴按照位置喷射到打印介质例如纸张上。打印头包括一块具有孔或孔口阵列的板，即，通常所说的孔板。这些孔可以具有喷嘴的功能，当墨水通过孔从打印头喷出时，会在此喷嘴处形成墨滴。在打印头中，也可将薄膜电子器件例如电阻加热器或压电元件阵列布置在靠近孔的位置处。选择性地对这种薄膜器件进行通电能够使墨滴从相应的孔中选择性地喷射出来。

在决定打印质量方面，孔板上孔的布置起着重要的作用。特别是，孔的密度限定了可向打印介质喷射的液滴的密度。例如，孔板可包括一对并列布置的孔列，每列寸上都具有300个孔/列·英寸，相当于约84微米的喷嘴中心距。通过在孔板上使孔列沿其轴线相对彼此纵向偏移二分之一的孔间距，能够实现每英寸打印600个液滴（或墨点）（dpi）。

为了获得更高的打印分辨率，需要具有高密度喷嘴的孔板。例如，带有这种孔板的打印头总共可以喷射1200dpi，即，在孔板的一对相邻、偏置的孔列上，具有600个喷嘴/列·英寸的密度，从而可提供出是600dpi打印头两倍的打印分辨率。但是，这种高分辨率打印头的孔板很难制造。

通过在型芯上电铸成型可制造孔板。该型芯可提供一导电表面，在所述导电表面上可电沉积一金属层进行，从而产生孔板的主体部分。该导电表面可被不能促进电沉积的绝缘岛中断。因此，金属层可以在绝缘岛的周围和/或上面增长，以在岛的位置处限定孔。

带有立柱形式绝缘岛的型芯可通过在立柱周围电沉积而限定孔。因此，可以根据想要得到的孔的结构，使用互补模来成型立柱。与每个立柱形成互补的凹进部分则可以在模内形成。其次，凹进部分还可以由可流动的材料充满，并使所述可流动的材料凝固。然后凝固的材料从模子中分离出来，以将立柱暴露在外。将立柱从凹进部分分离出来之前或之后，在各立柱之间的表面上可形成一导电表面，以最终制成型芯。但是，对于制造具有高分辨率孔板通常需要的

高密度细柱的型芯来说，使用模具来制造型芯立柱并不能令人满意。特别是，当这些细的型芯从模具中分离出来时它易断裂。此外，凹进部分并不能被可流动材料始终充满，因而许多立柱在结构上存在缺陷。

带有绝缘岛的型芯还可以通过在立柱上电沉积来限定孔。在这种方法中，
5 孔板的主体部分能够以几乎相同的速率在岛的周界上变厚和横向增长。因此，可在每个岛的中心区域形成一个孔，而该岛本身则限定了与孔相邻的孔板的扩孔。当孔板的主体部分变厚时，孔的直径减小。因此，要形成具有足够直径的高密度孔，则需要间隔靠近的岛，并且电沉积出非常薄的主体部分。但是，这样所得到的孔板由于太薄而不能被使用，并且孔的形状也很难改变。

10 发明内容

本发明提供了一种制造用于孔板的电铸成型的型芯的方法。一个掩模元件的阵列形成在邻近基底处。通常设置在掩模元件之间的表面区域可以被移除，从而根据掩模元件的排列产生出一基部，该基部具有一底面和多个从底面延伸出的立柱。每个立柱都具有利用一掩模元件在基底上的正交投影而限定的周
15 界。一导电增强器可沉积在邻近底面处，并至少基本上终止在周界处，从而形成可支持孔板增长的导电层。

附图简要

图 1 是根据本发明一实施例的喷墨打印机中一墨盒的透视图，其中墨盒具有一孔板，墨滴可穿过该孔板被喷射到打印介质上；

20 图 2—4 是根据本发明的实施例利用型芯成型方法形成的型芯半成品的局部剖视图，其中型芯适合电铸成型出图 1 所示孔板的主体部分；

图 5 是根据本发明一实施例，由图 2—4 中型芯半成品制成的型芯的局部剖视图；

25 图 6 是根据本发明一实施例，图 5 所示型芯组件的局部剖视图，该型芯组件支承着图 1 所示孔板的电铸成型出的主体部分；

图 7 是根据本发明一实施例，在型芯分离后图 6 所示孔板主体部分的局部剖视图；

图 8 是根据本发明一实施例，通过涂覆图 7 所示主体部分而制造出的图 1 中所示孔板的局部剖视图；

30 图 9 是根据本发明一实施例，沿图 3 中线 9—9 剖开的，图 3 所示型芯半

成品的立柱的平面截面图；

图 10 是根据本发明一实施例，如图 9 所示又一型芯立柱的平面截面图；

图 11 是根据本发明一实施例，如图 9 所示再一型芯立柱的平面截面图；

图 12 是根据本发明一实施例，带有立柱的一型芯的局部剖视图，其中该
5 立柱具有垂直设置的侧面；

图 13 是根据本发明的一实施例，带导电层的型芯的局部剖视图，其中该导电层通过基底涂布而形成；

图 14 是根据本发明的一实施例，图 13 中型芯组件的局部剖视图，其中该型芯组件支承着孔板的电铸成型出的主体部分；

10 图 15 是根据本发明的一实施例，一孔板的局部剖视图，其中该孔板通过将图 14 中的主体部分从型芯上分离出来，并在已分离的主体部分上进行涂覆而制成；

图 16 是根据本发明的一实施例，图 5 所示型芯的局部剖视图，其中该型芯支承着孔板的电铸成型出的主体部分；

15 图 17 是根据本发明的一实施例，一孔板的局部剖视图，其中该孔板通过将图 16 中的主体部分从型芯上分离出来，并在主体部分上进行涂覆而制成。

具体实施方式

提供一系统，包括用于制造型芯和带型芯的电铸成型孔板的方法和装置。所述方法相对简单，并且能够产生可使分辨率提高的孔的阵列。因此，这种通
20 过型芯电铸成型的孔板具有其他型芯和电铸成型方法所不能实现的孔密度、孔径和/或厚度。

图 1 示出了一喷墨打印机墨盒 20 的实施例。所描绘的墨盒的方位可能与打印过程中使用的典型方位相反。墨盒 20 包括一可在打印介质上按照位置喷射墨滴的打印头 22，它所使用的墨水可从墨水存储器 24 中得到。打印头 22 具
25 有一可使墨水从墨盒流出的孔板 26。孔板 26 上具有多个可作为从打印头喷射墨水的喷嘴用的孔口 28 或孔。这些孔在图 1 中被示意性地示出。在可选实施例中，该打印头可以与墨水存储器隔开。此外，这里所述孔板也适合于其他流体喷射装置，如药物喷射器。

这里使用的孔板可以是其上布置有孔阵列的任何板状部件。这种板状部件
30 的长度和宽度比厚度要大得多。这种板状部件还可基本为平面或非平面，如限

定了一个从其喷射流体液滴的凸面。

该孔板可以包括任何合适的材料，并且可以形成任何合适的孔的布置方式。所述孔板可通过电沉积制造，即根据型芯的导电区域电铸成型孔板的主体部分。因此，孔板可基本上由导电材料制成，例如金属或金属合金，后面将对
5 此详细说明。所述孔可布置成一个或多个直线列，或布置成圆形或不规则分布的方式。在一些实施例中，这些孔还可布置成一个至少两个并排的列。

孔板可包括任何合适的孔密度、间隔和孔径。当孔布置成一列或多列时，这些孔可以至少具有约 500 个喷嘴（孔）/列·英寸。尽管每英寸上可包含任何数量的孔，但在一些实施例中，孔板的各列英寸上可具有 500 至 5000 个喷嘴。
10 相邻的孔以大约 50 微米或更小（从一个孔的中心到其相邻孔的中心）的平均间隔隔开。在一些实施例中，所述平均间隔可在约 50 微米至 5 微米之间。孔径可小于约 25 微米，或者介于约 6 至 25 微米之间。这里所述的直径是指孔的最小直径。为了使其能够用在药物喷射器内，至少一些孔具有大约 1-5 微米的孔径。而为了便于处理，所述孔板的厚度至少为 20 微米，或者在一些实施例中
15 中，厚度可介于约 20—30 微米之间。

孔板的示范性实施例可具有下述特征。孔可布置成在至少相邻的两列上具有至少约 1000 或 1200 个喷嘴/列·英寸的密度。每一列可以具有至少约 500 或 600 个喷嘴，并且可具有至少约 500 或 600 个喷嘴，以及使一组喷嘴阵列内的组合密度为每英寸上具有至少约 1000 或 1200 个喷嘴。这些喷嘴以大约 42.3 微
20 米或更小的间隔隔开，同时对于黑墨水来说孔径至少为约 20 微米，而对于彩色墨水来说孔径为约 8—15 微米。

如下所述，可基于型芯的结构对这些孔进行成型和定位。因此，制造出具有所需功能的型芯即可实现孔板的结构。

图 2—5 示出了用于电铸成型孔板 26 主体部分的型芯半成品和型芯的实施例，以说明制造型芯的过程。这里使用的型芯可以是带有导电表面的任何形式
25 或模式，其中通过空间中选择性的电沉积，能够在该表面上电铸成型出孔板的主体（或全部）。正如下面进行例证的那样，所述型芯在电沉积后与主体部分分离从而重复利用，或者也可在使用后丢弃。图 2—5 和其他附图仅是稍微示意性的，因此所包括的特征并不是按比例画出的。

30 图 2 示出一可作为型芯半成品的被遮蔽的基底 40。该被遮蔽的基底 40 包

括基底 42 和与基底表面 46 相邻布置的掩模层 44。该基底不具有导电性，即可以是半导体或绝缘体。因此，基底尤其可以基本上由硅、砷化镓、玻璃和/或塑料制成。不过，在一些实施例中，所述基底也可以各向异性地蚀刻而成，例如还可以包括单晶硅。基底基本为一平面并且构造成薄板或薄片。因此，表面 46
5 也可以基本为一平面。或者，基底也可具有非平面结构和/或非平表面。

掩模层 44 包括多个排列在表面 46 上的掩模元件 48。如下所述，每个掩模元件（或遮盖元件）都覆盖在基底上，并且能够对相应的、位于型芯下面的特征（立柱）定位。此外，每个掩模元件可以至少在某种程度上限定出立柱的尺寸和形状。因此，掩模元件能够布置成在数量和位置上与形成于孔板中的孔的
10 阵列均相互对应的阵列。掩模层与基底的化学性质不同，能够抵抗蚀刻剂，从而能够使掩模元件 48 有选择地保护基底的下表面区域免受蚀刻。

掩模层可利用任何适当的方法形成在基底上。例如，掩模层可以由与基底表面相邻的沉积的光致抗蚀剂层形成。所述光致抗蚀剂层可通过利用光掩模和光由光刻法形成图案，然后在曝光的基础上有选择地进行移除。经过选择被移
15 除的区域可以与光致抗蚀剂层内的掩模元件形成互补。或者，掩模层可以是在基底内或邻近基底形成的二氧化硅、氮化硅或碳化硅层的坚固的掩模。

图 3 示出了可用作型芯半成品的蚀刻基底 50。蚀刻基底 50 包括一基部 52 和多个与基部连为一体的立柱 54。这些立柱可以是从小部 52 延伸出来的任何突出部分，尤其是从通过基部 52 限定的底面 56 延伸出。底面 56 则由经过选
20 择地移除的基底 42 的表面区域 58（参考图 2）形成。表面区域可通过选择性地蚀刻表面区域 58 的曝光表面而被移除。位于掩模元件 48 下面的基底的掩模表面 60 可以被选择性地保留。

立柱 54 具有侧面 62 和顶部 64。侧面 62 可以在底面 56 和顶部 64 之间延伸，以抬高顶部 64，使其位于底面上方。这里所使用的术语上方或下方，以及
25 在上面或在下面，表示彼此相对的位置以及到基底中心面的距离。因此，位于第二结构下方或下面的第一结构通常被布置在中心面和第二结构之间，第二结构位于第一结构上方或上面。

顶部 64 是立柱上与基部 52 间隔最远的一个区域。该顶部可具有防护的基底表面 60。顶部还可包括掩模元件 48，或者所述掩模元件可以被看作是与立
30 柱不同的。选择性移除基底的表面区域 58 的操作可以形成从底面斜向延伸的

侧面 62，这是通过底切掩模元件的横向基底移除实现。因此，底切可以从掩模元件 48 上产生一悬伸物 66。该悬伸物也可以是在侧面和/或底面 56 上方延伸的掩模元件的一部分。

图 4 示出了可作为成型型芯半成品的导电型芯前体 70。或者，型芯前体 70 5 也可作为型芯使用。通过相对于侧面 62 在基部 52 的底面 56 上选择性地沉积一导电增强器 72，可形成型芯前体 70。这种选择性的沉积可以包括不在侧面的上部 73 上沉积增强器 72，其中侧表面上部 73 通过设在底面旁边的侧面的下部 74 与底面隔开。这种选择性的沉积可以使底面每单位面积上安置至少约是侧面 62 每单位面积上 10 倍数量的增强器 72。备选地或额外地，选择性地沉积 10 增强器 72 可以产生一层在底面主体部分附近延伸的导电层，所述底面主体部分布置在立柱和邻近的次要部分之间，次要部分不超过 25% 左右，或者基本不在侧面。

该导电增强器可以是能够促进导电层 75 邻近底面 56 形成的任何材料。因此，导电增强器可以是导电材料，如一种金属或一种金属合金。例如，增强器 15 可以是铝或不锈钢等。导电材料可以通过任何合适的操作进行沉积，例如气相沉积、溅射等等。或者，增强器可以是能够进入或掺杂在基底表面区域的材料，下面将对此进行更详细的描述（参考图 13）。

导电层 75 与立柱 54 的侧面 62 基本上不连续地形成。例如，导电层 75 至少可以基本上在每一个立柱的周界 76 终止，周界由每一个掩模元件的正投影 20（即垂直于掩模元件所形成的平面）限定，而形成于基底的底面或侧面上。至少基本在周界处的终止可以将导电层设置（以及导电增强器的沉积终止）在周长大约为 5 微米或 2 微米之内。导电层 75 终止的周长和/或位置可以至少在立柱底部边界 77 形成处或者是与其一致，其中该边界 77 形成在底面 56 与侧面 62 毗连的地方，或者其周长在大约 5 微米或 2 微米内。周界 76 靠近立柱底部边 25 界 77 的地方可以通过用于产生立柱的机理来限定。

对增强器 72 的沉积可以有选择地相对于邻近的立柱侧面 62 邻近底面 56 处布置增强器。这一选择性的布置可通过使增强器从至少基本与底面 56 垂直延伸的路径到达来实现。这种被称为视线沉积的布置可以选择性地将增强器 72 设置在暴露表面或可达到的表面上。因此，增强器 72 也可以沉积在形成立柱 30 导电区域 78 的掩模元件 48 上。导电区域 78 彼此之间相互电绝缘，并且与导

电层 75 也相互电绝缘。电绝缘可以由悬伸物 66 产生, 该悬伸物 66 在沉积过程中能够从侧面一直封闭到周界 76 处将增强器 72 遮蔽开。因此, 导电层 72 可以包括多个孔 80, 这些孔相对于掩模元件 48 在尺寸(面积和直径)和位置上相似, 但与掩模元件(到立柱底部边界)垂直偏离立柱的高度。

5 图 5 示出了可由图 2—4 的型芯半成品制造的型芯 90。特别地, 型芯 90 可以通过选择性地移除掩模元件 48 由型芯前体 70 形成, 同时仍保留导电层 75。通过掩模元件 48 与基底 42 相连的叠加导电区域 78 在这一操作过程中也可被移除。可以使用任何合适的化学或物理试剂来去除掩模元件 48。例如, 相对导电层 75 (并且相对基底 42) 可以使用化学蚀刻剂选择性地去除光致抗蚀剂。

10 图 6 示出了型芯组件 110, 其中型芯 90 支承着孔板的主体部分 92。利用电邻近导电层 75 电沉积的导电材料可电铸成型主体部分 92。因此, 主体部分 92 在与底面 56 垂直方向上的厚度可以逐渐增长。而主体部分侧向的增长则受到立柱 54 的限制, 由此立柱限定出孔 94 的形状。可以使用任何合适的导电材料来制造主体部分, 包括金属或金属合金, 例如镍、铜、铁/镍合金等。

15 图 7 示出了与型芯 90 分离的主体部分 92。利用任何合适的方法可以将该主体部分从型芯上移除, 例如使用一种利器从主体部分的边缘开始分离, 然后使其与型芯剥离。所述主体部分可以与单个孔板或多个成为一体的孔板相对应。

图 8 示出了通过将一层薄的保护膜 95 覆盖在主体部分 92 上来制造孔板
20 26。这层保护膜具有导电性, 可以由耐腐蚀的金属或金属合金制成, 例如可由金、钽、和 / 或铯等制成。或者, 保护膜可以是配置成用于保护主体部分免受腐蚀的溶胶凝胶或其他涂料。保护膜可相对较薄, 例如约为 200 纳米至约 2 微米, 但可相对于主体部分的孔 94 减小孔径。这里所述的孔径如 96 所示, 为最小直径, 即垂直于穿过喷嘴的中央轴线而测量出的最小直径。所述最小直径可
25 可以由锥形立柱的末端部分限定。所述孔板包括可接收流体的供给侧 98, 以及流体(如墨水)喷出或出口侧 100。因此, 喷嘴 28 向着出口侧渐细。此外, 主体部分最靠近出口侧的区域在电铸成型主体部分的过程中可以最后电沉积。

图 9—12 示出了包含在型芯内不同结构的立柱。这些立柱可以通过从基底上选择性地移除基底区域 58 (参考图 2) 而形成, 例如, 通过使用不同的蚀刻
30 条件来形成。每一根立柱均可形成相应的一截头锥体形或非截头锥体形孔。此

外，截头锥体形立柱和孔可以由圆锥形或多面体形状来形成，即横截面为圆形或多边形，如图9—11所示，并将在下面详细描述。非截头锥体形立柱和孔也可以具有圆形或多边形的横截面。或者，也可使用任何其他合适的横截面形状。

图9示出了沿图3中9—9线的立柱54的一平面剖视图。例如，可以使用含氟气体对基底进行干蚀刻来形成立柱54，从而制造出带圆形横截面的截头圆锥体形立柱结构。通过调整干蚀刻的条件，立柱侧面可以以任意合适的角度从底面延伸，如从大约45度至大约90度。干蚀刻条件还可以产生一恒定的倾斜角，以形成截头圆锥体，或者可以在蚀刻过程中调整以产生非截头锥体形立柱，该立柱具有一角度可变化的侧面，例如具有一向着顶部渐增的斜率或递减的斜率。

图10和11分别示出了可作为图9所示型芯54替换物的型芯102和104的平面剖视图。每一个立柱102和104都可以通过湿蚀刻具有不同晶向的晶硅片形成多面体，从而被制造出来，例如使用氢氧化四甲基铵进行制造。每个立柱102，104分别具有多个（四个或八个）基本平坦的侧面106,108。这里所述平坦的侧面可以在每个立柱的一部分长度或整个长度上延伸。

每个立柱上延续有平坦侧面的部分可以由叠加掩模元件的形状来确定。例如，通过在圆形掩模元件的周围和下部进行蚀刻可形成立柱104。因此，立柱底部（靠近底面处）可以是圆形的横截面，当立柱远离底面延伸时，该圆形横截面可过渡到八边形。或者，每个掩模元件也可以成型为八边形或具有如此取向，以便使立柱在整个长度方向上的横截面均为八边形。类似地，通过在叠加的方形掩模元件周围和下部进行湿蚀刻可形成立柱102，从而沿立柱长度方向部分或完全地形成了方形立柱。或者，可以通过使用圆形掩模元件进行湿蚀刻形成立柱102，从而在立柱底部附近产生圆形横截面，该截面可在与立柱底部和底面具有一定间隔的地方过渡到方形横截面。

在两个或多个独立的蚀刻步骤（多级蚀刻）中，沿其长度方向可对立柱进行构造，以提供具有不同剖面的其他立柱的形状。例如在第一蚀刻步骤之后，可以移除部分或全部的掩模元件，然后在立柱顶部形成第二组较小的掩模元件。或者，减小现有掩模元件的尺寸以产生第二组掩模元件。每个立柱都具有一个或多个第二组掩模元件，当然一些立柱也可以没有第二组掩模元件。在一些实施例中，第二组的每个掩模元件都可以以一个立柱为中心或以不对称的形

式布置。在第二组掩模元件周围和/或下部进行蚀刻以形成二级立柱的结构，这种结构能够以较大立柱上具有一较小立柱的形式出现。可包括额外的掩模和蚀刻步骤以形成三级或多级的其他多级立柱。对基底的额外处理，包括形成导电层和使用最终生成的型芯以形成孔板，正如上下文所述。孔板上的孔具有由立柱较低部分形成的腔室区域和由立柱较高部分形成的喷嘴区域，类似于下面图 5 16 中所示的那样。通过形成多级立柱，喷嘴区域可以具有一与下面的腔室剖面相独立的剖面。类似地，通过在最后一组掩模元件周围电铸成型可制造出扩孔，以下会结合图 14 对此进行说明。此外，通过在额外的掩模和蚀刻步骤中对立柱的一部分进行选择性的掩模，可以使型芯的立柱产生不同的剖面。

10 也可使用多级蚀刻在孔板上形成附加的特征。例如，可以产生墨水支管和墨水流动通道。备选地或额外地，能够在孔板上产生一较薄的区域以便获得可消除应力的结构或者是得到可使成型后的孔板分离的边界线，从而减少切割时间。

图 12 示出了带有立柱 122 的型芯 120 的一实施例，该立柱 122 具有垂直 15 的侧面 124。立柱 122 可为圆柱形或多面体形，从而形成相应的带圆柱形或多面体形孔的孔板或者是这种孔板的主体部分。选择性地去除基底可不产生底切部，因此没有从掩模元件 48 的悬伸物。但是，导电增强器 72 的视线沉积可以使增强器相对邻近侧面 124 选择性地靠近底面 126 设置。特别是可以为底面选择这种沉积，因为侧面 124 被设置成与增强器沉积路径基本平行。可以对型芯 20 120 进行使用和重复利用以用于电铸成型孔板而无需去除掩模元件 48 和导电区域 78。或者，可以在使用型芯前将掩模元件 48 和导电区域 78 去除。

图 13 示出了具有导电层 132 的型芯 130 的一实施例，该导电层通过基底掺杂特别是 n 型掺杂而形成。可以在选择性地去除基底区域后形成导电层 132，从而形成立柱 54（参考图 3）。通过在基底面 56 附近和下方注入离子，可以 25 在基底表面层 134 内形成所述导电层。例如，可以在电场中加速注入离子。可作为示例的被注入的离子中可以包括砷、氮、磷和 / 或铋。将离子注入后，对基底进行退火（加热）以提高表面层的导电性从而形成导电层 132。在一些实施例中，退火可以使所注入离子的至少一部分结合入基底的圆柱形结构中。

图 14 示出了支承孔板主体部分 142 的型芯 130 的组件 140。如上所述，通 30 过将一种合适的导电材料电沉积在型芯上可电铸成型主体部分。在本实施例

中，掩模元件 48 并未从立柱 54 上移除。因此，掩模元件在立柱的末端或顶部附近具有增大的直径。所以，每个掩模元件都可以形成一相应孔的扩大部分。但是，型芯 130 不能被重复使用，因为不移除或破坏掩模元件，主体部分 142 就不能与型芯 130 分离。

5 图 15 示出了通过把组件 140 的主体部分 142 从型芯 130 上分离而制成孔板 150 的一个实施例。如上所述，主体部分上涂覆有一层保护层 152，以抵抗主体部分的腐蚀。主体部分 150 形成有多个孔或孔口 154，这些孔具有与扩孔 158 相连的截头锥体部分 156。该截头锥体部分可以根据上述任一种立柱截头锥体构造，并且具有与扩孔毗连的最小直径，如标记 160 所示。扩孔 156 具有
10 比平截头体部分的最小直径稍大的直径。这种加宽末端区域可以减少液滴的误喷射，并且可以改善液滴的轨迹。

图 16 示出了型芯 90 的型芯组件 170（参考图 5），该型芯 90 可支承孔板电铸成型的主体部分 172。主体部分 172 可通过电沉积电铸成型为高于立柱 54。当主体部分的生长不再受到侧面 62 的限制时，主体部分侧向生长，从而在立
15 柱 54 上产生一侧向延伸部分 174。该延伸部分可以形成位于存储区域上方的一喷嘴区域或室或根据立柱形状限定的储存区域或室。

图 17 示出了孔板 180 的一个实施例，该孔板 180 通过将主体部分 172 从型芯 90 上分离并添加一层保护层 182 而制成。孔板 180 形成有多个孔 184。每个孔都具有由侧向延伸部分 174（并且，或者，添加保护层 182）产生的最小
20 直径，如标记 186 所示。因此，孔板 180 可被设置成邻近供给侧 188 接收流体和从喷出侧 190 喷射流体。或者，可将孔板倒置，邻近喷出侧 190 接收流体并从供给侧 188 喷射流体。

如上所述已经公开了本发明所包括的多个不同的实施例。尽管每个实施例都以特定的形式披露，但可产生不同变化，这里所披露和说明的特定实施例并不
25 不局限于此。因此公开的主题包括这里所有公开的具有新颖性和非显而易见性的各种元件、特征、功能和/或者特性的结合和部分结合。类似地，当权利要求中列举了“一”或“一个第一”元件或与此等效的等价物时，这样的权利要求应当被理解为可包括一个或多个此类元件的结合，既不要求也不排除两个或多个此类元件。

30

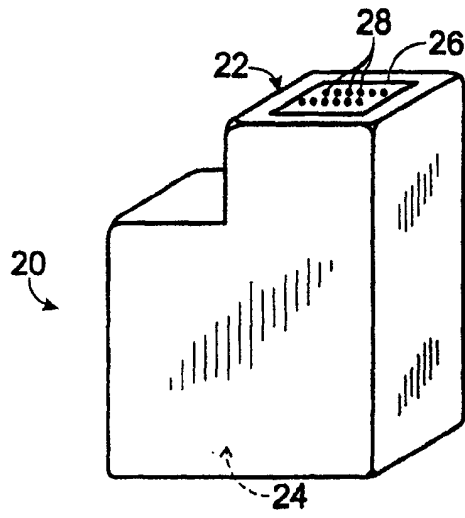


图 1

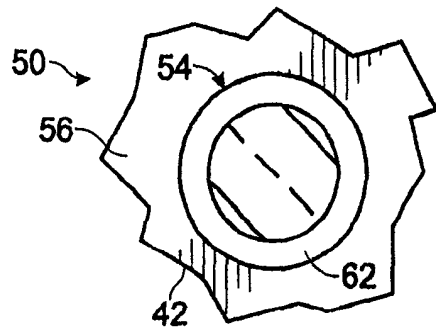


图 9

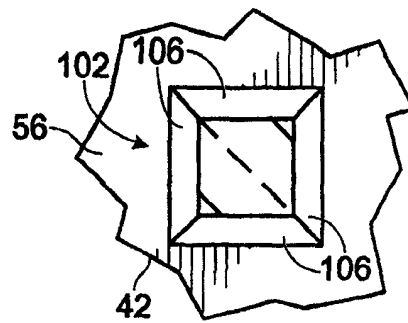


图 10

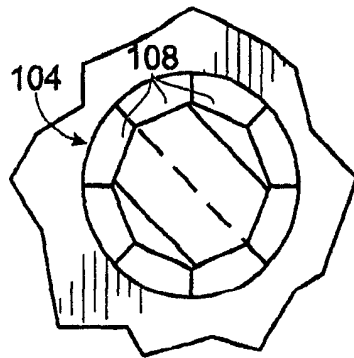


图 11

