

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
B41J 2/16 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02804631.5

[45] 授权公告日 2006年9月13日

[11] 授权公告号 CN 1274504C

[22] 申请日 2002.1.24 [21] 申请号 02804631.5

[30] 优先权

[32] 2001. 2. 6 [33] AU [31] PR2923

[86] 国际申请 PCT/AU2002/000066 2002.1.24

[87] 国际公布 WO2002/062583 英 2002.8.15

[85] 进入国家阶段日期 2003.8.6

[71] 专利权人 西尔弗布鲁克研究有限公司

地址 澳大利亚新南威尔士州

[72] 发明人 卡·西尔弗布鲁克

审查员 朱 滢

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

司

代理人 王学强

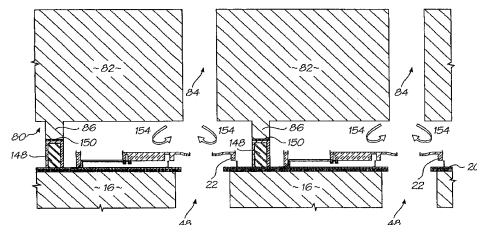
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 31 页

## [54] 发明名称

制造用于喷墨打印机的具有带孔喷嘴防护的打印头的方法

## [57] 摘要

一种用于喷墨打印机的打印头，具有一个采用微电子机械系统(MEMS)技术制作的喷墨喷嘴(22)阵列(14)。为了保护该精密的喷嘴结构，一个喷嘴防护装置(80)覆盖了该阵列(14)的外表面。在该防护装置(80)中制作一个对应的孔(84)阵列。为把防护装置(80)贴附到设有喷嘴(22)的硅基片(16)上，配置了用于与喷嘴防护装置(80)上面的互补结构相接合的调准结构(148)。为了在该喷嘴(22)和该防护装置(80)中的各个孔(84)之间精确的定位，可以使用与用于制作该喷嘴(22)的同样的蚀刻和沉积技术来形成该调准结构(148)。为保护易损的喷嘴结构(22)在装配过程中免于与支柱的各种不利接触，采用牺牲层(152)来强化喷嘴(22)，该牺牲层随后通过氧等离子蚀刻(154)而去除。



1. 一种制造用于喷墨打印机的打印头的方法，该打印头包括：  
基板，设有喷嘴阵列，用于将墨喷射到待被打印的介质上；以及  
开孔的喷嘴防护装置，用于防止与喷嘴的破坏性接触，该方法包括  
以下步骤：
- 5        采用材料蚀刻以及沉积技术在基板上形成喷嘴，使该喷嘴经牺牲材料得到加固；  
      将该开孔喷嘴防护装置设置在该喷嘴的外部上，使其开孔与喷嘴精确对准，并且随后，  
      蚀刻掉加固喷嘴的牺牲材料。
- 10       2. 如权利要求 1 所述的方法，其中在基板上形成调准结构，该调准结构被配置为与开孔的喷嘴防护装置上的互补结构相接合；其中  
      调准结构和互补结构之间的接合使所述开孔与喷嘴精确对准，以使该防护装置不会阻塞墨从喷嘴喷射至介质上的正常轨道。
3. 如权利要求 1 所述的方法，其中通过喷嘴防护装置中的一个或者  
15       多个开孔注入蚀刻等离子体，以去除防护喷嘴的牺牲材料，该去除的牺牲材料以及蚀刻等离子体通过喷嘴防护装置中的开孔而冲掉。
4. 如权利要求 3 所述的方法，其中该蚀刻等离子体是氧等离子体并且该牺牲材料为聚酰亚胺。
5. 如权利要求 2 述的方法，其中在调准结构和互补结构之间提供无  
20       机密封。
6. 如权利要求 1 所述的方法，其中该基板是一个硅晶片。
7. 如权利要求 6 所述的方法，其中该喷嘴防护装置具有一个包括开孔的护罩，该护罩通过一体形成的支柱而与该硅基板间隔设置，所述支柱自该护罩延伸用于与调准结构相接合。
- 25       8. 如权利要求 2 述的方法，其中该调准结构是硅基板上的隆起，其被定位为与所述支柱接合以保持开孔与喷嘴阵列对齐。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其中该喷嘴防护装置还包括气体进口，用于引导气体通过该通道，以阻止在该喷嘴阵列上异物颗粒的堆积。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其中，该气体进口在该支柱中。

## 制造用于喷墨打印机的具有带孔喷嘴防护的打印头的方法

### 技术领域

- 5 本发明涉及打印介质产品，并且具体地涉及喷墨打印机。

### 背景技术

- 喷墨打印机是众所周知的并且是广泛使用的打印介质产品的形式，将墨水进送到打印头上的数字控制的喷嘴阵列。当打印头经过该介质时，  
10 从喷嘴阵列喷射出墨水，从而在介质上生成一幅图像。

打印机性能依赖于诸如操作费用，打印品质，运行速度以及使用的方便程度等因素。喷嘴喷射的单个墨滴的质量、频率以及速度将会影响这些性能参数。

- 例如，美国专利 5,057,853 号公开了一种制造热喷墨打印头的方法，  
15 其中薄膜被图案化以暴露用于形成在一结合的晶片基底上的喷嘴的加热元件，所述薄膜形成有延长孔，该延长孔限定从喷嘴到加热元件的距离，且在无需将薄膜切成小方块的情况下允许将该晶片切成单个的打印头，由此最小化薄膜材料的毛刺形成且降低制造成本。

- 最近，喷嘴阵列一直采用微电子机械系统（MEMS）技术制作，它具有亚微米厚度的机械结构。这样就允许生产能够快速地喷射体积在皮升( $10^{-12}$ 升)大小的墨滴的打印头。  
20

- 当这些打印头的微观结构能够以相对低的成本提供高速以及良好的打印品质时，它们的尺寸使这些喷嘴极其容易损坏，并且非常容易被手指、灰尘或者介质基质的轻微接触而损坏。这样使该打印头对于很多必须具有一定的强度的应用不能实用。另外，损坏的喷嘴可能不能喷射向  
25 它进送的墨水。随着墨水的积累并在喷嘴的外部形成墨滴，可能会影响周围喷嘴的喷墨并且/或者该损坏的喷嘴将直接将墨水泄露到打印的基质

上。这两种情况对打印品质是有害的。

为了解决这个问题，可以在喷嘴上装配有孔的防护装置以保护它们不受到破坏性的接触。从该喷嘴喷射的墨通过孔喷到达纸或者其他要打印的基质上。然而，为有效保护该喷嘴，该开孔需要足够小，以最大程度地限制外物的侵入，却仍然允许墨滴通过为宜。优选地，每个喷嘴通过该防护装置中各自的单独的孔来喷墨。然而，就 MEMS 设备的微观尺寸而言，该防护装置与该喷嘴之间的轻微错位将阻塞墨滴的通路。在硅晶片基板上设置调准结构，用于啮合防护装置上的互补结构，该调准结构能够使喷嘴和其各自的孔在  $0.1\mu\text{m}$  的范围之内对准。但是当将防护装置贴附到基板上时，互补结构移动与调准结构啮合会破坏精密的喷嘴结构。

## 发明内容

因此，本发明提供了一种用于喷墨打印机的打印头的制造方法，该打印头包括：

基板，设有喷嘴阵列，用于将墨喷射至待被打印的介质上；以及开孔的喷嘴防护装置，用于防止与喷嘴的破坏性接触，该方法包括以下步骤：

采用材料蚀刻以及沉积技术在基板上制作喷嘴，使喷嘴经牺牲材料得到加固；

将该开孔喷嘴防护装置定位在喷嘴的外部，使其开孔与喷嘴精确对准，并且随后，

蚀刻掉加固喷嘴的牺牲材料。

在本说明书中，“喷嘴”一词应该被理解为限定一个开口的元件而不是该开口自身。

在一优选实施例中，在基板上制作调准结构，该调准结构被配置为与开孔的喷嘴防护装置上的互补结构相接合；其中

调准结构和互补结构之间的接合使开孔与喷嘴精确对准，以使该防护装置不会阻塞墨从喷嘴喷射至介质上的正常轨道。

5 优选地，通过喷嘴防护装置中的一个或者多个开孔注入蚀刻等离子体，以去除防护喷嘴的牺牲材料，该去除的牺牲材料以及蚀刻等离子体通过喷嘴防护装置中的开孔而冲掉。

在一实施例中，该蚀刻等离子体是氧等离子体并且该牺牲材料为聚酰亚胺。在此实施例中，理想的是在调准结构和互补结构之间提供无机密封。

10 该基板可以是一个硅晶片。该喷嘴防护装置可以具有一个包括开孔的护罩，该护罩通过一体形成的支柱而与该硅基板间隔设置，所述支柱自该护罩延伸以与调准结构接合。一种便利的方式是，该调准结构采用硅基板上的隆起，将其设置在适当的位置以便与支柱接合而保持开孔与喷嘴阵列对齐。

15 该调准结构必然占据该打印头的表面的一部分区域，而这将对喷嘴的组装密度产生不利影响。相同数目喷嘴所需的额外打印头芯片区域将增加制造该芯片的成本。然而，在对该打印头以及喷嘴防护装置进行的装配不可能充分精确的情况下，基板和防护装置上的集成结构将降低喷嘴的缺陷率。

20 该喷嘴防护装置可以还包括气体进口，用于引导气体通过该通道，以阻止在该喷嘴阵列上异物颗粒的堆积。在此实施方式中，该气体进口可以被设置在该支柱之中。

值得重视的是，当通过该开口、该喷嘴阵列以及通过该通道输出而引导空气时，在该喷嘴阵列上的异物颗粒的堆积会受到抑制。

25 该流体进口可以被设置在远离该喷嘴阵列的结合衬垫的支持元件中。

本发明确保易损的 MEMS 喷嘴在制造和装配打印头过程中受到保护。通过对该打印头配备喷嘴防护装置，该喷嘴结构能够受到保护而避

5 免在其使用年限中被大多数其他表面接触或者碰撞。为了使提供的保护达到最佳，该防护装置形成一个平面护罩，覆盖着该喷嘴的外侧，其中该护罩具有一个通道阵列，所述通道大到足以允许墨滴的喷射，但是却小到足以防止意外的接触或者大多数灰尘颗粒的进入。通过采用硅来制作该护罩，它的热膨胀系数与该喷嘴阵列的热膨胀系数充分匹配。这将有助于防止该护罩中的该通道阵列失去与该喷嘴阵列的精确对准。使用硅也允许使用 MEMS 技术来精确地微加工该护罩。另外，硅的强度很高并且基本上是不可变形的。

## 10 附图说明

现在对于本发明优选的实施方式，仅通过例子并参照附图进行描述，其中：

图 1 所示为用于喷墨打印头的喷嘴组件的三维示意图；

图 2-4 为示意图 1 所示喷嘴组件操作的三维视图；

15 图 5 所示为构成具有喷嘴防护装置或密封壁的喷墨打印头的一个喷嘴阵列的三维视图；

图 5a 所示为具有一个喷嘴防护装置或密封壁的打印头的三维剖面视图；

20 图 5b 所示为从隔离每个喷嘴的密封壁处截取的喷嘴的截面平面视图。

图 6 所示为图 5 的阵列的部分放大视图；

图 7 是包括一个喷嘴防护装置而不包括该密封壁的一个喷墨打印头的三维视图；

25 图 7a 是具有调准结构打印头的部分放大透视图，该调准结构与喷嘴防护装置上的互补结构接合；

图 7b 所示为嵌入贴附在聚酰亚胺牺牲层的喷嘴组件的剖面视图；

图 7c 所示为用于除去环绕喷嘴组件的牺牲材料的蚀刻等离子体气

流；

图 8a 至 8r 所示为喷墨打印头的喷嘴组件的制作步骤的三维视图；

图 9a 至 9r 所示为该制作步骤的剖面侧视图；

图 10a 至 10k 所示为在该制作过程的不同步骤中使用的掩模图案。

5 图 11a 至 11c 为示意按照图 8 和图 9 的方法制作的喷嘴组件的操作三维视图；以及

图 12a 到 12c 所示为按照图 8 和图 9 的方法制造的喷嘴组件的操作的剖面侧视图。

## 10 具体实施方式

首先参见附图 1，根据本发明的喷嘴组件通常由参考数字 10 来表示。一个喷墨打印头具有多个喷嘴组件 10，以阵列 14 形式排列（图 5 和图 6）在硅基板 16 上。该阵列 14 将在下面详细地描述。

15 该组件 10 包括一个硅基板或晶片 16，在其上面沉积了一个介电层 18。在该介电层 18 上面沉积了一个 CMOS 钝化层 20。

每个喷嘴组件 10 包括限定一个喷嘴口 24 的喷嘴 22，一个采用杠杆臂 26 形式的连接件以及一个执行机构 28。该杠杆臂 26 将该执行机构 28 连接到该喷嘴 22。

20 如图 2 到 4 中的详细图示，该喷嘴 22 包括一个冠顶部分 30 以及从该冠顶部分 30 下垂的边缘部分 32。该边缘部分 32 形成了一个喷嘴腔 34 的部分外壁。在该喷嘴口 24 与该喷嘴腔 34 之间液体可以自由流通。需要注意的是该喷嘴口 24 被凸起的边框 36 所围绕，它“固定”了在该喷嘴腔 34 中的墨 40 主体的一个弯月面 38（图 2）。

25 在该喷嘴腔 34 的底板 46 上设有一个进墨孔 42（在附图的图 6 中最清楚）。在该孔 42 与由设置在该基板 16 中墨入口通道 48 之间流体连通。

壁部 50 围绕孔 42，并且从基板部分 46 向上方伸出。如上面所指示的喷嘴 22 的边缘部分 32 形成喷嘴腔 34 的外壁的第一部分，并且该壁部



50 形成该喷嘴腔 34 的外壁的第二部分。

壁 50 在其自由端具有向内指向的凸缘 52，起到液体密封的作用，当移动喷嘴 22 时用以阻止墨泄露，这一点在以下内容将给予详细的描述。值得重视的是，由于该墨 40 的粘性以及在该凸缘 52 和该边缘部分 32 之间间隔的尺寸很小，向内指向的凸缘 52 以及表面张力对于阻止墨从该喷嘴腔 34 的逸出起到有效的密封作用。

该执行机构 28 是一个受热弯曲的执行机构，并且与从该基板 16 或者更具体地从该 CMOS 钝化层 20 向上伸出的固定器 54 相连。该固定器 54 安装在导电垫 56 上，该导电垫 56 与该执行机构 28 形成电连接。

10 该执行机构 28 包括第一有源梁 58，安置在第二无源梁 60 的上方。在一种优选的实施方式中，梁 58 和 60 都是采用或者包括，一种导电陶瓷材料例如氮化钛 (TiN)。

梁 58 和 60 两者都将其第一末端固定于该固定器 54 并且将其相反的一端连接到臂 26。当使电流通过该有源梁 58 时，会引起该梁 58 的热膨胀。对于该无源梁 60，没有电流流过，不以相同速率膨胀，因此产生了一个弯曲力矩使该臂 26 以及该喷嘴 22 向下朝向基板 16 移动，如图 3 所示。这将导致喷嘴口 24 中喷射出墨，如 62 所示。当将热源撤离该有源梁 58 时，即通过使电流停止，喷嘴 22 返回静止位置，如图 4 所示。当喷嘴 22 返回其静止位置时，如图 4 中 66 处所示的墨滴颈部断开而形成微墨滴 64。然后该微墨滴 64 移动到例如纸张等打印媒介上。由于微墨滴 64 的形成，如图 4 中 68 所示形成一个“负向”弯月面。此“负向”弯月面 68 引起墨 40 内流并进入喷嘴腔 34 中，从而形成一个新弯月面 38 (图 2)，为墨滴从喷嘴组件 10 的再次喷射做好准备。

参见图 5 和图 6，对该喷嘴阵列 14 给予更详细的描述。将阵列 14 用于一个四色打印头。因此，该阵列 14 包括四组喷嘴组件 70，每组用于一种颜色。每组 70 具有以两行 72 和 74 排列的喷嘴组件 10。图 6 中给出了一个组 70 的更多细节。

为了在该行 72 和 74 中实现喷嘴组件 10 的紧凑的安装，将行 74 中的喷嘴组件 10 相对于行 72 中的喷嘴组件 10 偏置或交错设置。另外，将该行 72 中的该喷嘴组件 10 互相以充分远的距离而间隔设置，以使行 74 中的喷嘴组件 10 的杠杆臂 26 能够在行 72 的组件 10 的相邻喷嘴 22 之间通过。需要注意的是，每个喷嘴组件 10 基本上是哑铃形的，以使该行 72 中的该喷嘴 22 可以嵌套在该喷嘴 22 和该行 74 中的相邻的喷嘴组件 10 的该执行机构 28 之间。

另外，要使该行 72 和 74 中的喷嘴 22 安装紧凑，每个喷嘴 22 基本上是六边形的。

10 所属领域普通技术人员将会理解：当喷嘴 22 向基板 16 移动时，在使用中，由于喷嘴口 24 相对于喷嘴腔 34 有一个很小的角度，墨的喷射会略微地偏离垂直方向。图 5 和图 6 中所示配置的一个优点是行 72 和 74 中的喷嘴组件 10 的执行机构 28 以相同方向延伸至行 72 和 74 的一侧。因此，从行 72 中的喷嘴 22 喷射的墨以及从行 74 中的喷嘴 22 喷射的墨  
15 相对彼此以相同角度偏移，从而提高了打印品质。

另外，如图 5 中所示，该基板 16 具有配置于其上结合垫 76，通过该垫 56 形成与该喷嘴组件 10 的该执行机构 28 的电连接。这些电连接是通过该 CMOS 层（没有示出）而实现的。

参见图 5a 和 5b，将如图 5 中所示的喷嘴阵列 14 间隔设置以容纳环  
20 绕每个喷嘴组件 10 的密封结构。该密封结构是一个环绕该喷嘴 22 的密封壁 144，并且从该硅基板 16 延伸到开孔的喷嘴防护装置 80 的上侧，以形成一个密封室 146。若由于喷嘴的损坏使墨不能正常喷射，则该裂缝受到限制以避免影响周围喷嘴的功能。也可以设想的是，每个密封室 146 将具有检测出现墨泄露的能力，并对控制该喷嘴阵列 14 操作的微处理器  
25 提供反馈。通过使用容错功能，该损坏可以由该阵列 14 中剩余的喷嘴来补偿从而保持了打印的品质。

容器壁 144 必然占据硅基板 16 的一部分，这样就降低了该阵列中喷

嘴的组装密度。随之这也增加了该打印头芯片的生产成本。然而，在制造技术引起较高喷嘴磨损率时，单个的喷嘴密封结构将避免或者至少最小化对该打印品质的不良影响。

5 所属领域普通技术人员将可以接受，也可以配置密封结构来隔离喷嘴组。分立的喷嘴组提供了更好的喷嘴组装密度，但是通过利用周围的喷嘴组对损坏的喷嘴进行补偿变得更加困难。

参见图 7，示出了用于保护该喷嘴阵列的一个喷嘴防护装置。参见先前的附图，除非另外指定，同样的参考数字指示同样的部分。

10 将一个喷嘴防护装置 80 安装在该阵列 14 的硅基板 16 上。喷嘴防护装置 80 包括一个护罩 82，具有设置在其中的多个孔 84。孔 84 与阵列 14 的喷嘴组件 10 的喷嘴口 24 精确对准，以使当墨从喷嘴口 24 其中任何一个喷出时，该墨在到达该打印介质之前通过相关的通道。

15 防护装置 80 采用硅制作以便具有必要的强度和刚性，以防护该喷嘴阵列 14 避免在与纸，灰尘或者用户手指的接触时发生损坏。由于采用硅制作该防护装置，其热膨胀系数基本上与该喷嘴阵列匹配。这样做的目的是为了在打印头被加热至其正常的工作温度范围内时，护罩 82 中的孔 84 不会失去与该喷嘴阵列 14 的精确对准。硅也同样十分适用于采用 MEMS 技术的精确的微细加工，下面将详细讨论与该喷嘴组件 10 的制造有关的 MEMS 技术。

20 护罩 82 的安装通过分支或支柱 86 相对于该喷嘴组件 10 形成间隔的关系。一个支柱 86 具有设置在其中的进气口 88。

在使用中，当阵列 14 在操作时，空气通过进气口 88 注入，并被迫与在孔 84 中移动的墨一起通过该孔 84。

25 在空气中并不夹带墨，因为空气是以与微墨滴 64 不同的速率通过孔 84 而注入的。例如，微墨滴 64 从喷嘴 22 以大约 3m/s 的速率喷出。而空气以约 1m/s 的速率通过孔 84 而注入。

该空气的用途是保持该孔 84 没有异物颗粒。存在的一个危险是这些

异物颗粒，例如灰尘颗粒，能够落到该喷嘴组件 10 上，对其操作产生不良影响。通过在喷嘴防护装置 80 中设置进气口 88，可以在很大程度上解除此问题。

在孔 84 和喷嘴 22 之间的对准是很关键的。然而，由于 MEMS 设备的微观尺寸使喷嘴防护装置 80 的相对喷嘴的精确定位很难实现。如图 7a 所示，可以对该硅晶片或基板 16 配置调准结构，例如隆起 148，用以与该支柱 86 的自由端相接合。如果所采用的牺牲材料是聚酰亚胺，则在支撑结构 86 和隆起 148 之间夹设无机密封 150。可以采用相同的蚀刻和沉积技术将隆起 148 与该喷嘴 22 精确地制作在一起。

图 7a 示出俘获牺牲材料，例如形成该校准调节隆起 148 的聚酰亚胺。在其他的配置中，额外的隆起 148 与容器壁 144 相接合如图 5a 到图 5b 所示。在此形式中，隆起 148 将占据一定表面面积并且对喷嘴的组装密度产生不良的影响，但是它能够有力地保持每个孔 84 与该对应的喷嘴 22 的对齐。无机密封 150 位于该支柱 86 和隆起 148 之间。

当然，其他装置也能够形成调准结构，例如晶片基板 16 中的凹陷或者槽，它们能够与设置在防护装置 80 上的互补结构相接合。

使用 CMOS 蚀刻和沉积技术形成的调准结构能够提供  $0.1\mu\text{m}$  数量级的对准精度。

当在调准结构 148 上调节防护装置 80 位置时，易损的喷嘴 22 由于与支柱 86 接触而面临受损的危险。如图 7v 所示，可以将喷嘴 22 嵌入在牺牲材料 152 中，用以防护考虑到 80 完成对准调节并固定于隆起 148。参考图 7c，一旦防护装置 80 就位，保护性的牺牲材料 152 经氧等离子蚀刻 154 去除并通过孔 84 而排出。

参见图 8 到图 10，描述了喷嘴组件 10 的制作过程。

以硅基板 16 开始，在晶片 16 的表面上沉积介电层 18。该介电层 18 是采用大约 1.5 微米的化学汽相沉积 (CVD) 氧化物的形式制作的。在层 18 上旋涂 (spin) 抗蚀层并且将层 18 对掩膜 100 曝光并且随后显影。

在显影后，将层 18 等离子向下蚀刻到该硅层 16。然后将抗蚀层去除并且清洗层 18。此步骤形成了进墨孔 42。

在图 8b 中，在该层 18 上沉积了大约 0.8 微米的铝 102。将抗蚀层旋涂并且将铝 102 对掩膜 104 曝光并且随后显影。在显影以后，将铝 102 5 等离子向下蚀刻到该氧化层 18，将该抗蚀层去除并且对该设备进行清洗。此步骤形成该结合垫并且与该喷墨执行机构 28 互连。此互连至一个 NMOS 驱动晶体管和一个电源层，具有制作在该 CMOS 层（没有示出）中多个连接。

沉积约 0.5 微米的 PECVD 氮化物作为 CMOS 钝化层 20。将抗蚀层 10 旋涂在层 20 并将其对掩膜 106 曝光然后显影。在显影之后，将该氮化物等离子向下蚀刻到铝层 102 以及该入孔 42 区域中的硅层 16。将该防护层去除并且对该设备进行清洗。

在层 20 上旋涂牺牲材料层 108。层 108 采用 6 微米厚度的光敏材料聚酰亚胺或者大约  $4\mu\text{m}$  的高温抗蚀层。将层 108 进行软烘并随后将其曝 15 光于掩膜 110 之后显影。然后，若层 108 是由聚酰亚胺构成，则将层 108 在  $400^\circ\text{C}$  硬烘一个小时，若层 108 是高温抗蚀层则在大于  $300^\circ\text{C}$  烧硬。需要注意的是在附图中对掩膜 110 的设计中考虑到了由收缩引起的聚酰亚胺层 108 对图案的变形。

在下一步中，如图 8e 所示，涂敷了第二牺牲层 112。该层 112 或者 20 是  $2\mu\text{m}$  的旋涂上的光敏材料聚酰亚胺，或者是大约  $1.3\mu\text{m}$  的高温抗蚀层。将该层 112 软烘并随后曝光于掩膜 114。在曝光于掩膜 114 之后将该层 112 显影。然后，若该层 112 采用聚酰亚胺则在  $400^\circ\text{C}$  硬烘大约一个小时，或者若该层 108 是高温抗蚀层则在大于  $300^\circ\text{C}$  硬烘大约一个小时。

随后沉积一个 0.2 微米的多层金属层 116。此层 116 的部分形成了该 25 执行机构 28 的无源梁 60。

该层 116 的是通过在溅射  $50\text{\AA}$  的氮化钽 (TaN) 之后在  $300^\circ\text{C}$  左右溅射  $1,000\text{\AA}$  的氮化钛 (TiN) 而形成的。再溅射  $50\text{\AA}$  的 TaN 层和  $1000\text{\AA}$  的

TiN 之后再溅射 1000Å 厚度的 TiN。其他可以用于替代 TiN 的材料是 TiB<sub>2</sub>、MoSi<sub>2</sub> 或者 (Ti, Al) N。

随后将该层 116 对掩膜 118 曝光、显影并且等离子向下蚀刻到该层 112，在此之后将涂敷到该层 116 抗蚀层湿剥除，注意不要去去除已固化的层 108 或 112。

通过旋涂 4μm 光敏聚酰亚胺或者约 2.6μm 的高温抗蚀层而涂敷第三牺牲层 120。对该层 120 进行软烘，随后曝光于掩膜 122。随后该曝光层显影并且随后进行硬烘。在采用聚酰亚胺的情况下，将该层 120 在 400℃ 温度下硬烘大约一个小时，在该层由高温抗蚀层构成的情况下，在大于 300℃ 温度下进行硬烘。

将第二多层金属层 124 涂敷至层 120。该层 124 的成分与该层 116 的成分相同并且以同样的方式涂敷。需要注意的是层 116 和 124 都是导电层。

将层 124 对掩膜 126 曝光并且随后被显影。将层 124 等离子向下蚀刻到该聚酰亚胺或防护层 120，其后将覆盖该层 124 的防护层湿剥除，并注意不要将已固化的层 108 或 112 或 120 去除。需要注意的是该层 124 的剩余部分形成执行机构 28 的有源梁 58。

通过旋涂 4μm 光敏聚酰亚胺或者大约 2.6μm 的高温抗蚀层而涂敷第四牺牲层 128。将层 128 进行软烘，曝光于掩膜 130 并且随后显影以留下如附图的图 9k 中所示的岛状部分。层 128 的剩余部分在采用聚酰亚胺的情况下在 400℃ 温度进行硬烘大约一个小时，当采用高温抗蚀层的情况下，在大于 300℃ 的温度进行硬烘。

如图 8I 中所示沉积一高杨氏模量的介电层 132。层 132 由大约 1μm 的硅氮化物或铝氧化物构成。层 132 是在低于牺牲层 108, 112, 120, 128 的硬烘温度下沉积的。此介电层 132 需要的基本特性是高弹性模量，化学惰性，以及与 TiN 的良好粘合。

通过旋涂上 2μm 的光敏聚酰亚胺或者大约 1.3μm 的高温抗蚀层而形成

成第五牺牲层 134。对该层 134 进行软烘，并对掩膜 136 曝光，随后进行显影。在采用聚酰亚胺的情况下将该层 134 的剩余部分在 400°C 温度下硬烘大约一个小时，当采用高温抗蚀层的情况下，在大于 300°C 温度下硬烘。

介电层 132 是经等离子向下蚀刻到牺牲层 128，注意不要去任何牺牲层 134。

此步骤形成喷嘴组件 10 的喷嘴口 24、杠杆臂 26 以及固定器 54。

沉积一个高杨氏模量的介电层 138。该层 138 是通过在低于牺牲层 108, 112, 120 以及 128 的硬烘温度下沉积 0.2 微米的硅氮化物或者铝氮化物而形成的。

10 然后，如图 8p 所示，将该层 138 各向异性地等离子蚀刻到 0.35 微米的深度。此蚀刻是为了清除整个表面的除该介电层 132 和该牺牲层 134 的侧壁之外的绝缘物。此步骤产生了围绕在喷嘴口 24 周围的喷嘴边框 36，它如上面所述“限制”了该墨的弯月面。

15 采用一个紫外 (UV) 分离带 140。4 $\mu$ m 的抗蚀层被旋涂到该硅晶片基板 16 的后面。将该晶片基板 16 对掩膜 142 曝光，以回蚀该晶片基板 16 以形成喷墨通道 48。随后将该抗蚀层从该晶片 16 去除。

对该晶片基板 16 的后面涂敷另一 UV 分离带 (没有示出) 并且该将分离带 140 去除。在氧等离子体中将该牺牲层 108, 112, 120, 128 和 134 剥除，以形成如附图 8r 和 9r 中所示的最终喷嘴组件 10。为了便于参考，  
20 在这两个图采用与图 1 相同的参考数字来表示喷嘴组件 10 的相关元件。图 11 和 12 说明了该喷嘴组件 10 的操作过程，该喷嘴组件是由如上述过程而制造的，参照图 8 和 9，并且这些附图与图 2 到图 4 相对应。

需要注意的是：本领域的技术人员可以在不脱离广义描述的本发明的精神或范围的情况下，可以对本发明进行很多改变和/或修改。因此，本实施例  
25 例在各个方面都应被看作描述性的而非限定性的。

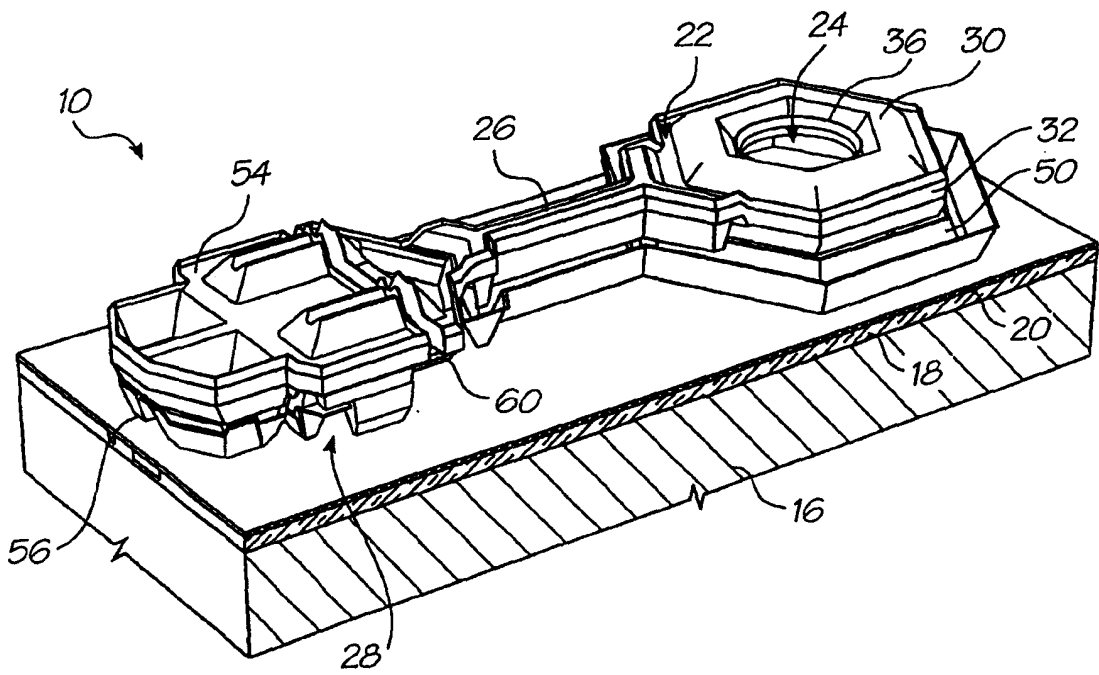


图 1



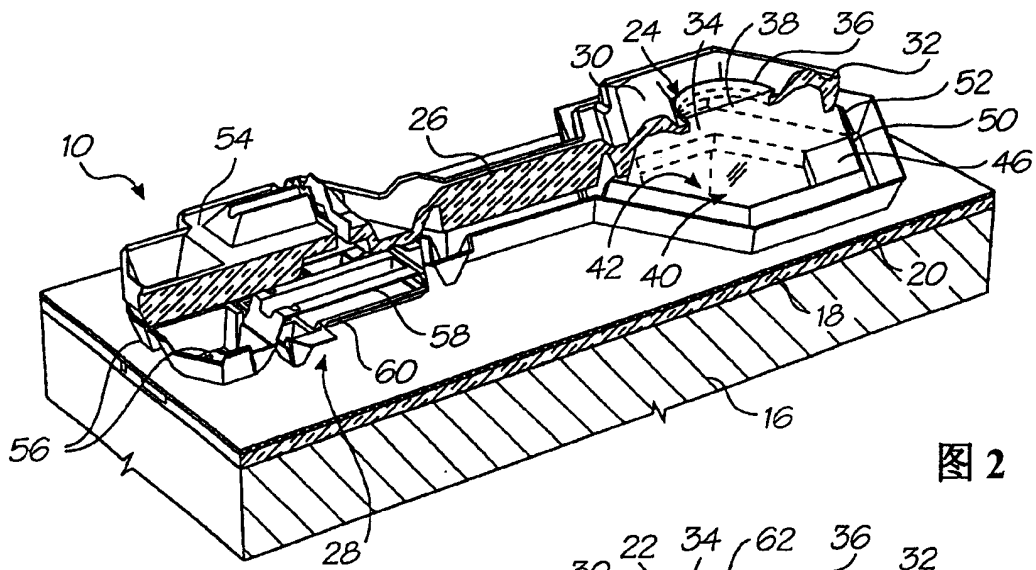


图 2

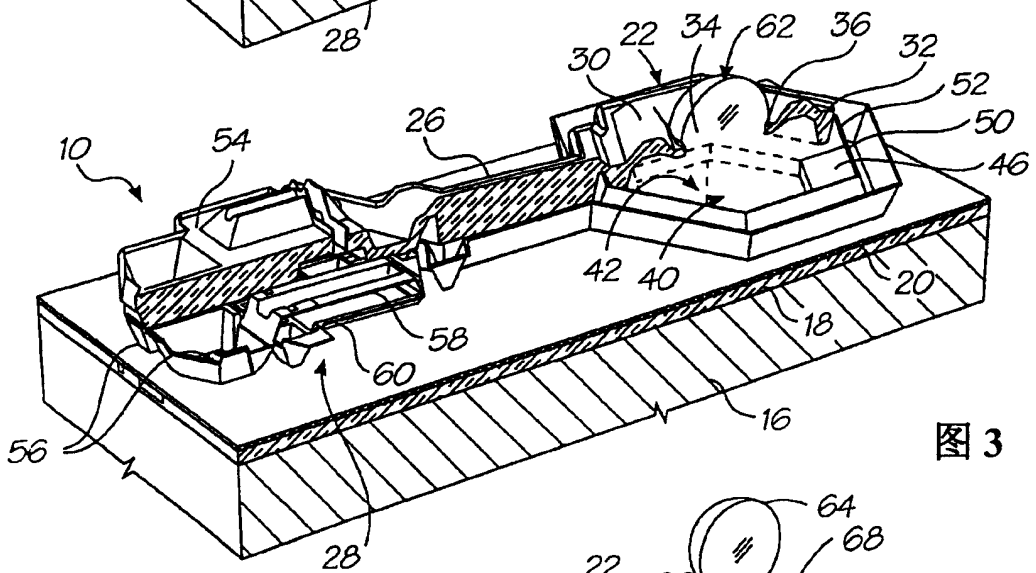


图 3

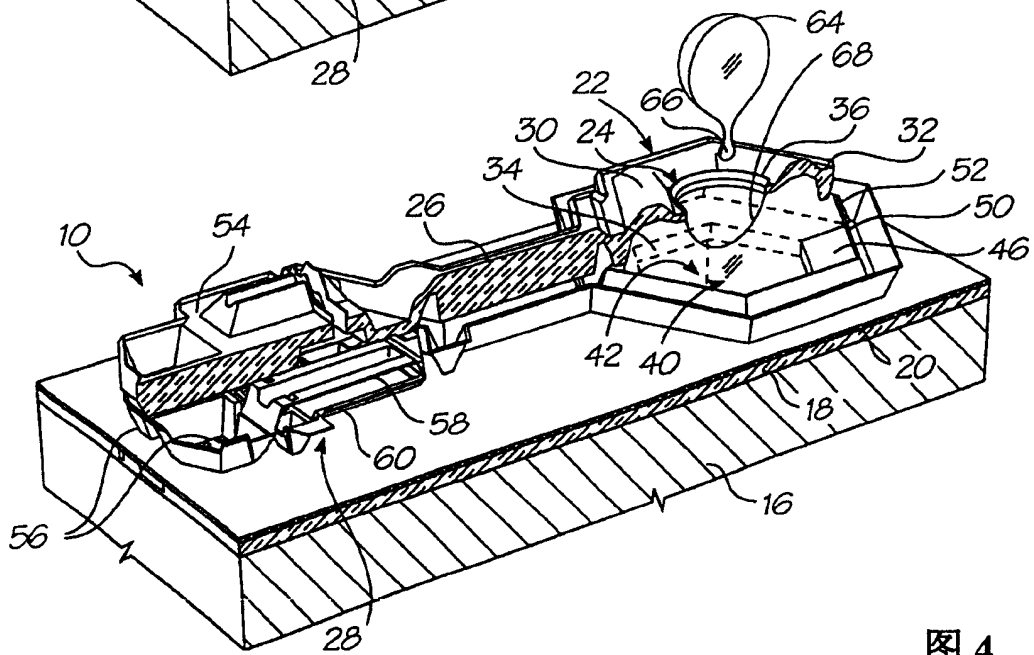


图 4

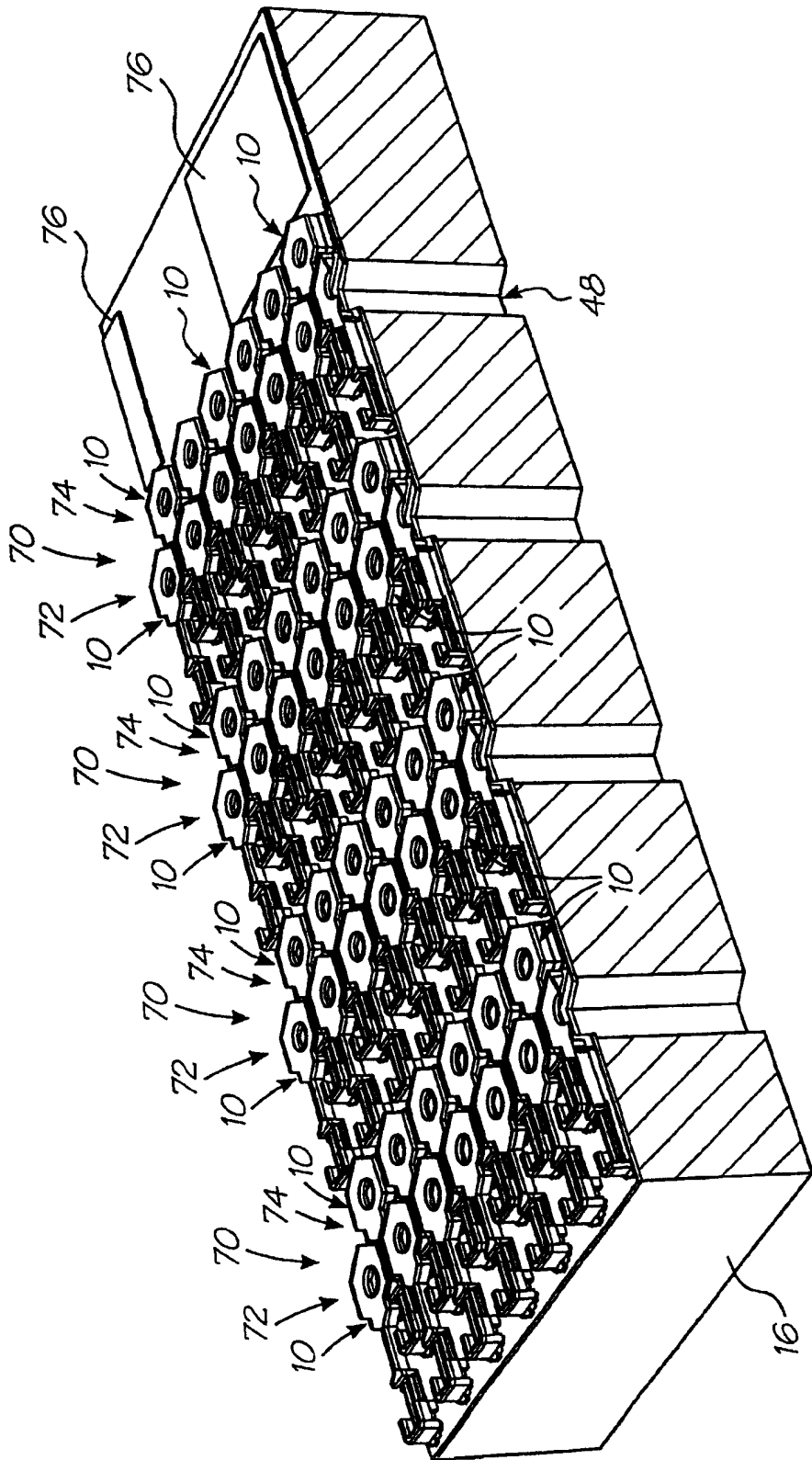


图 5

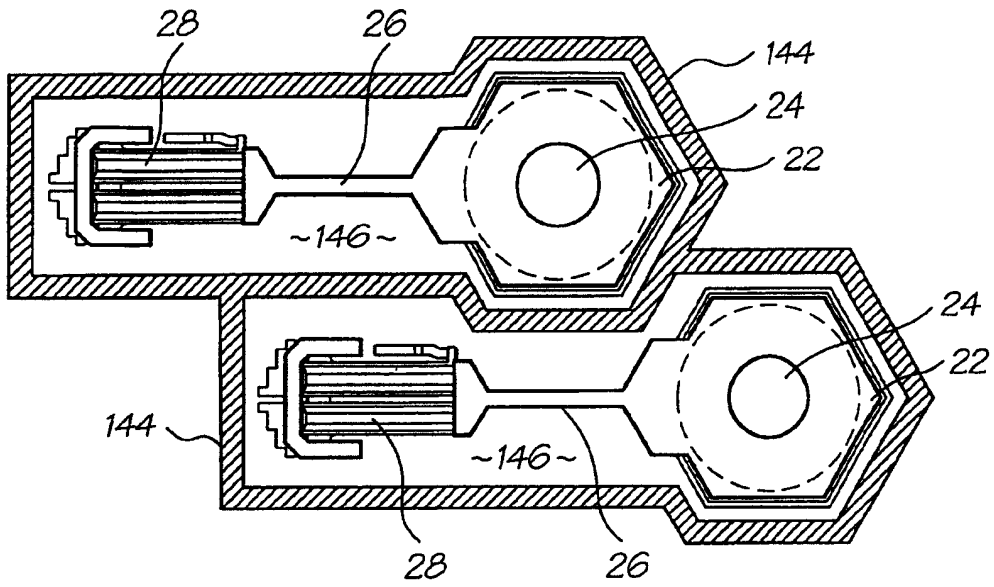


图 5b

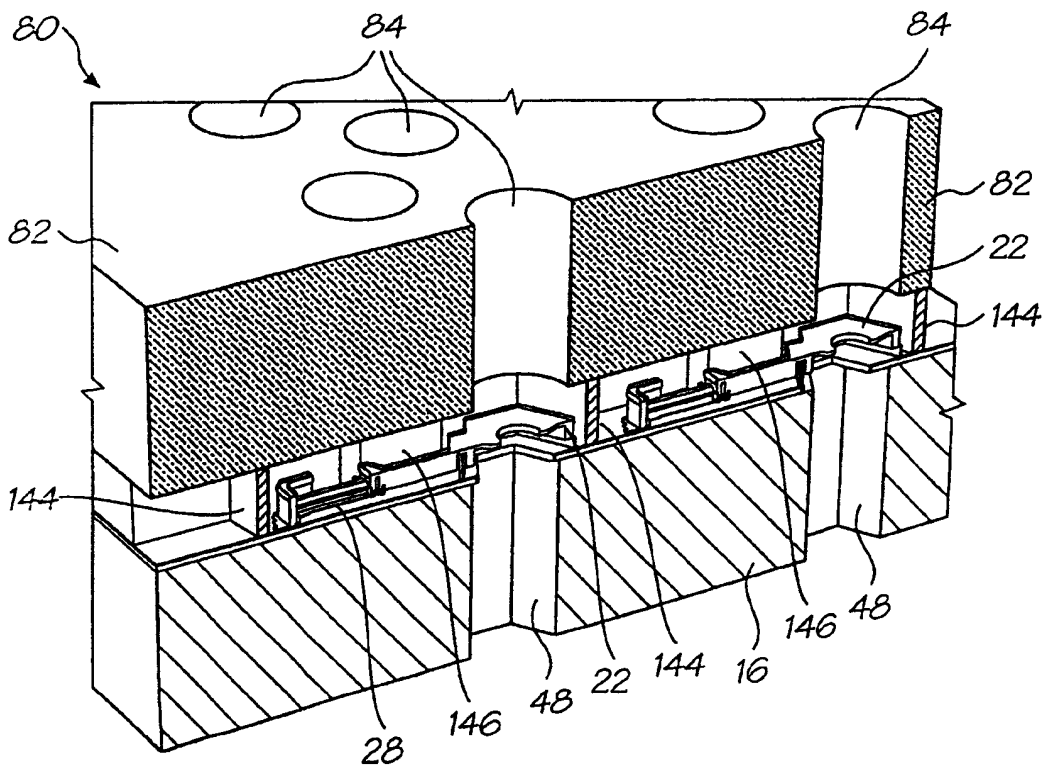


图 5a

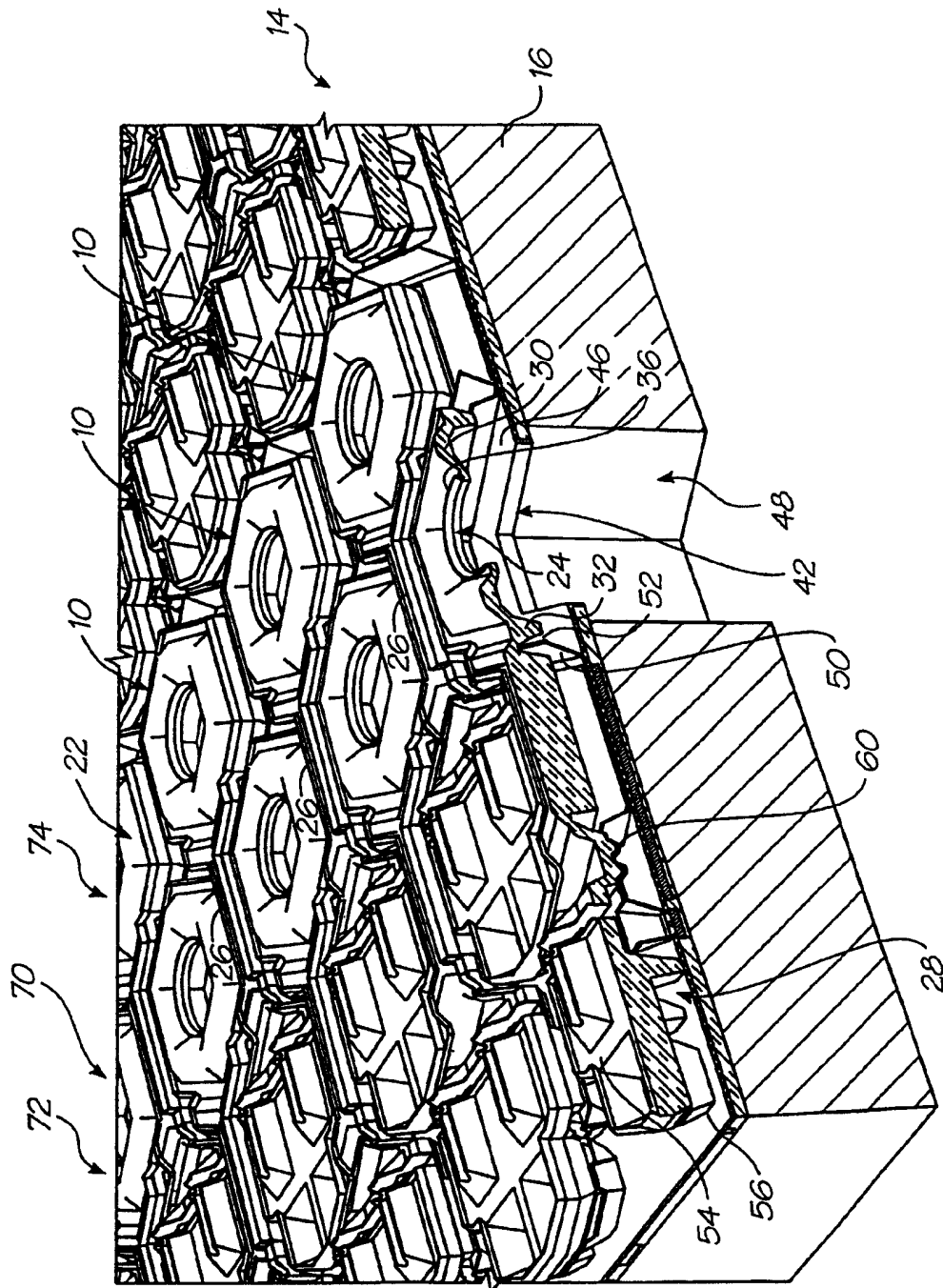


图 6



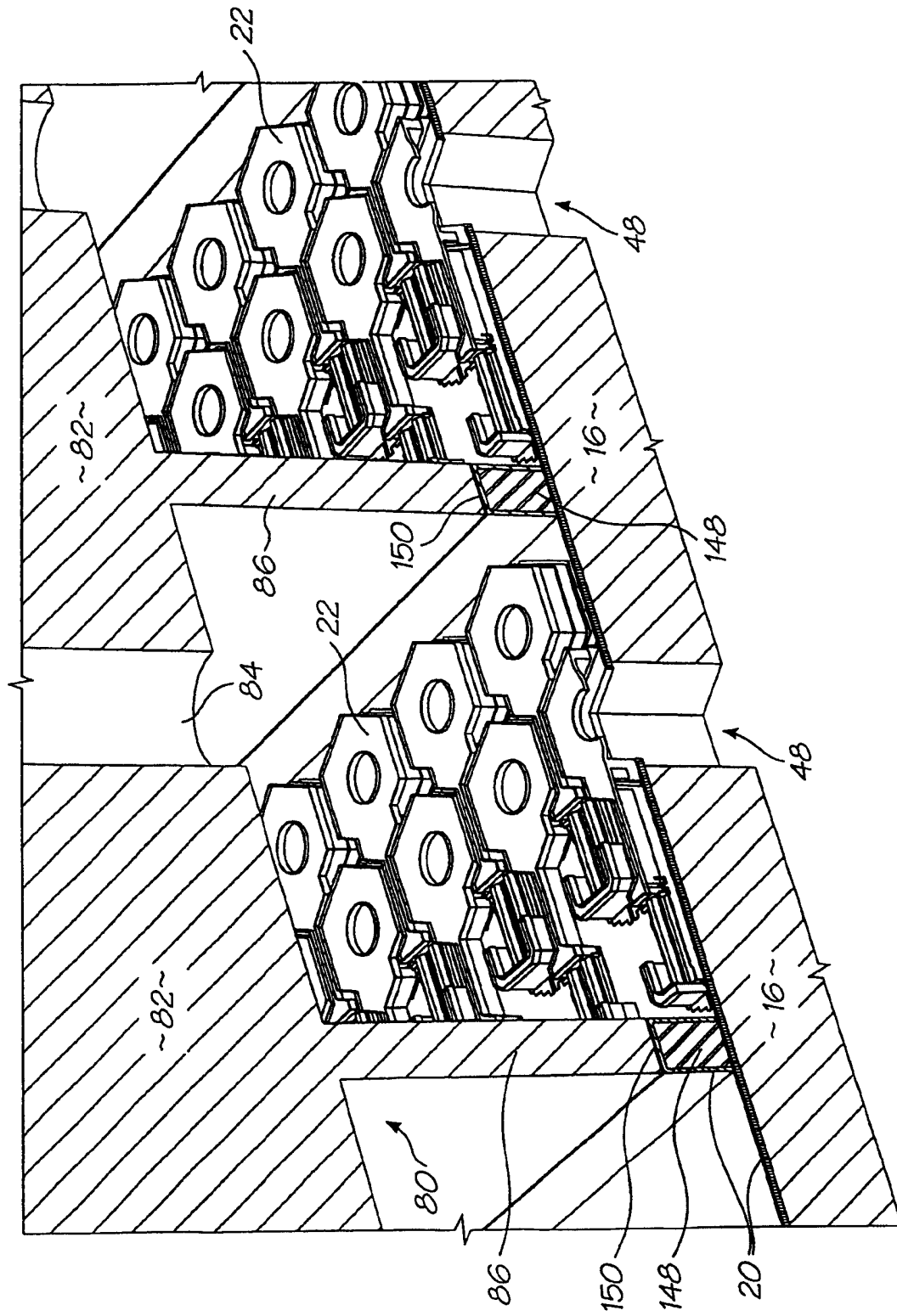


图 7a

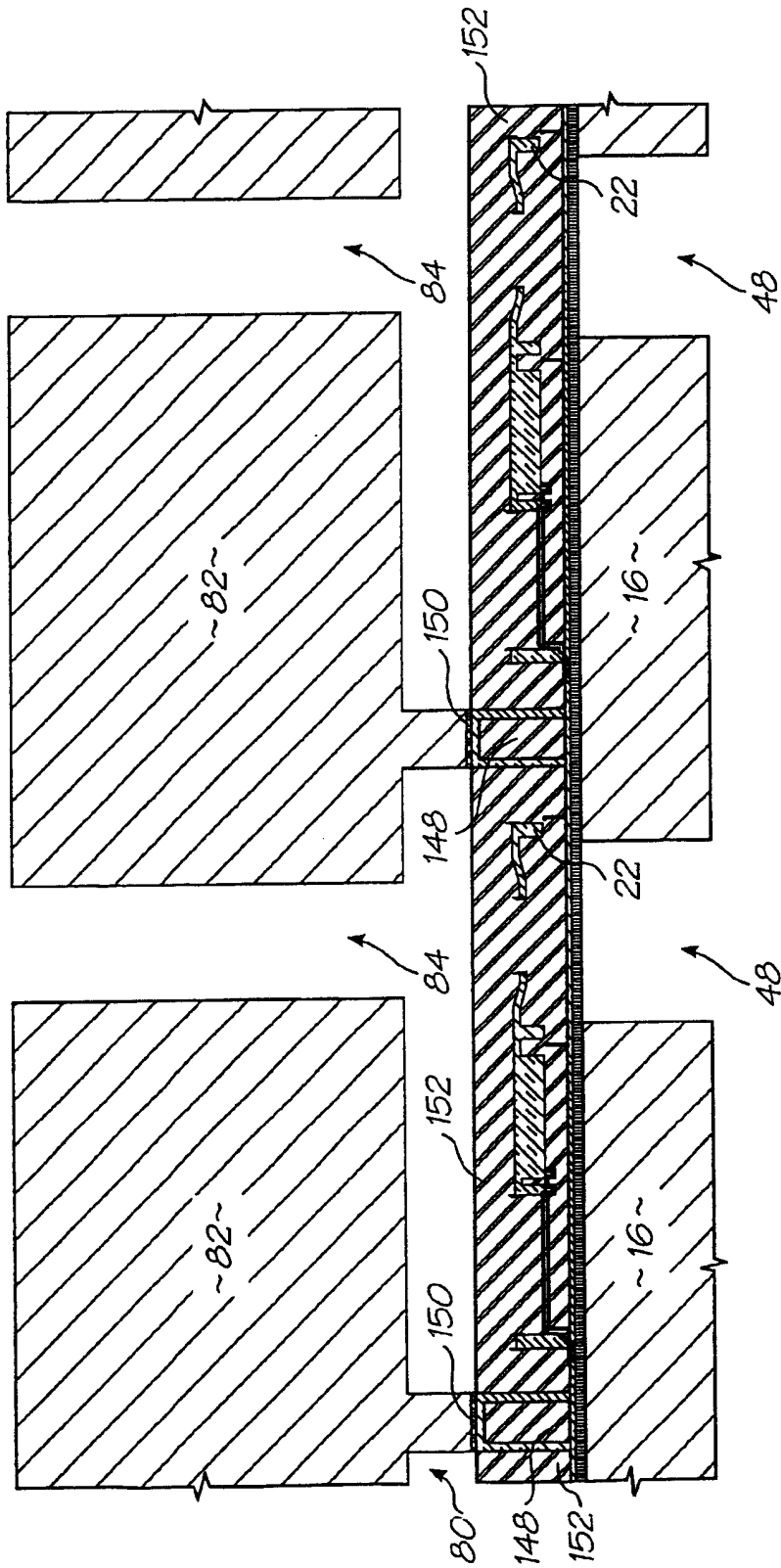


图 7b

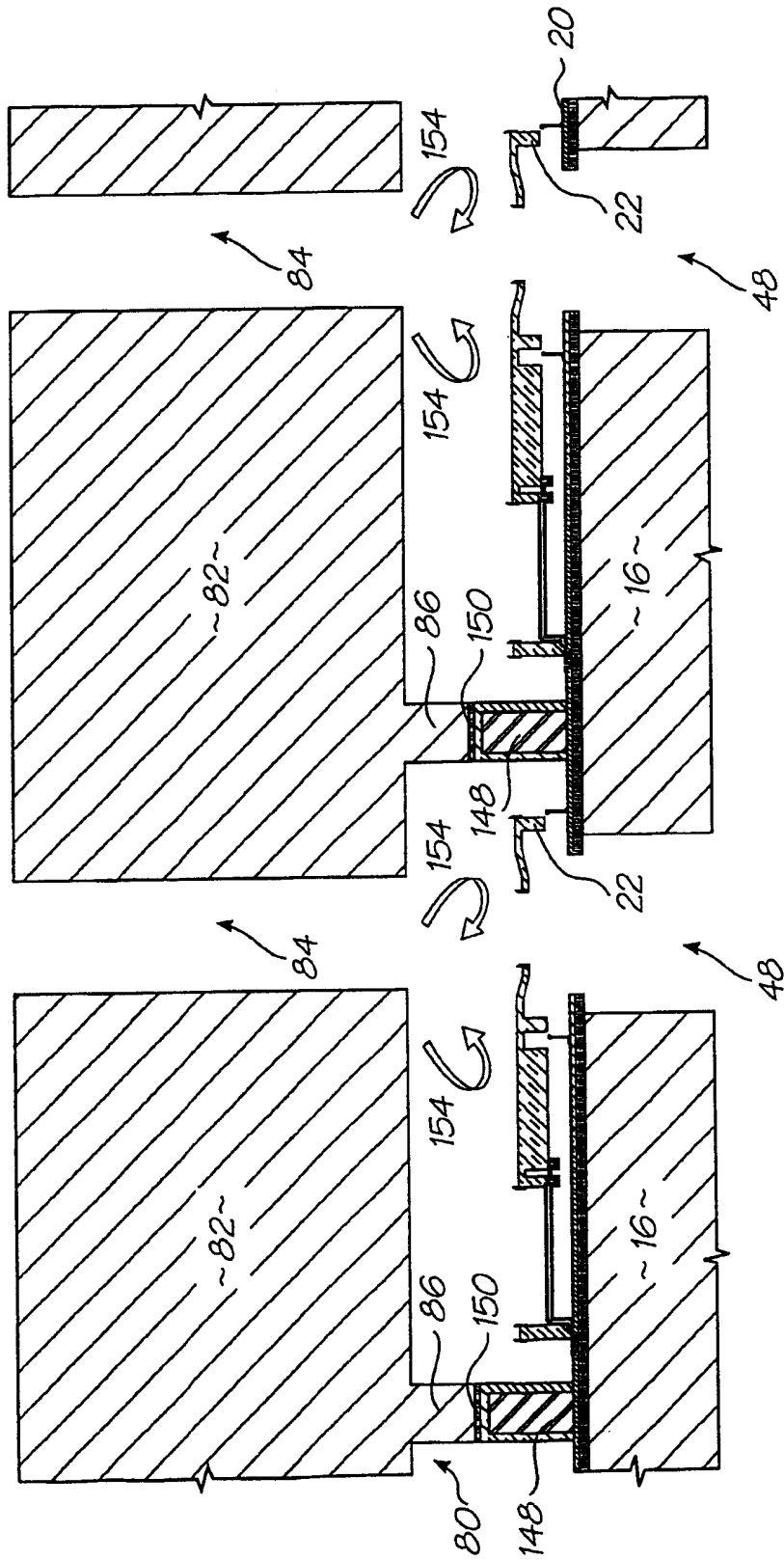


图 7c



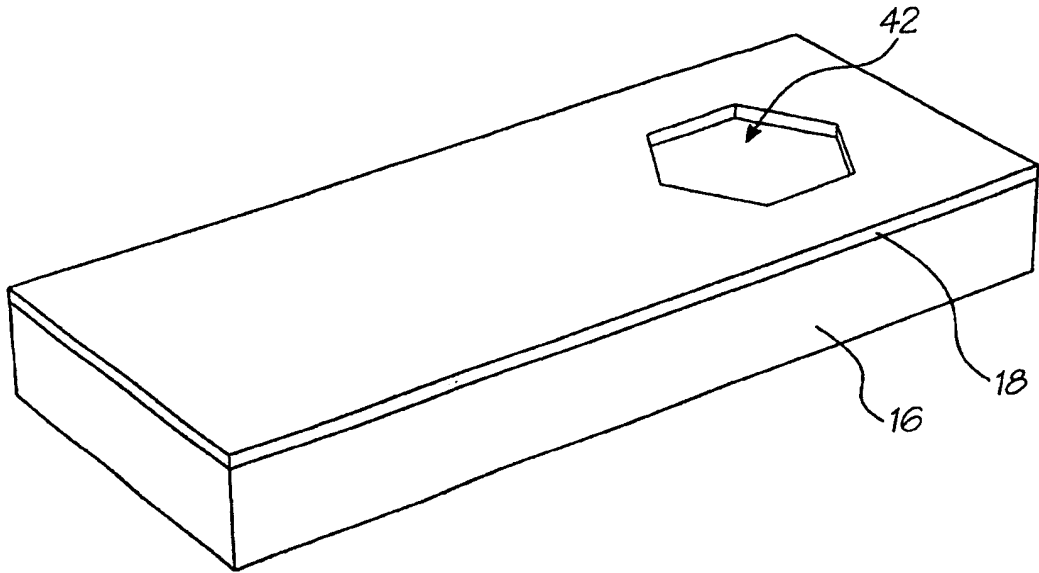


图 8a

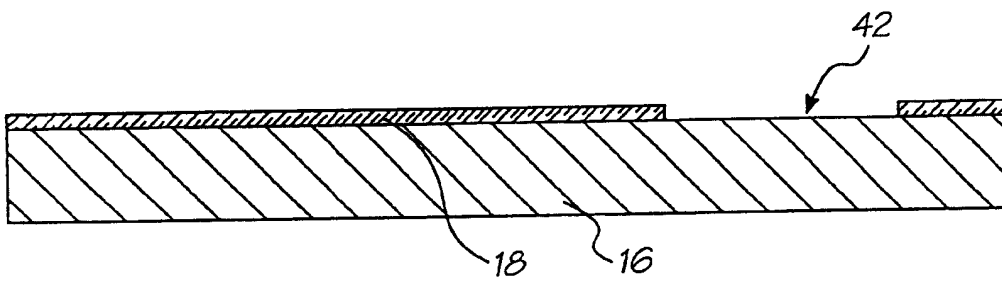


图 9a

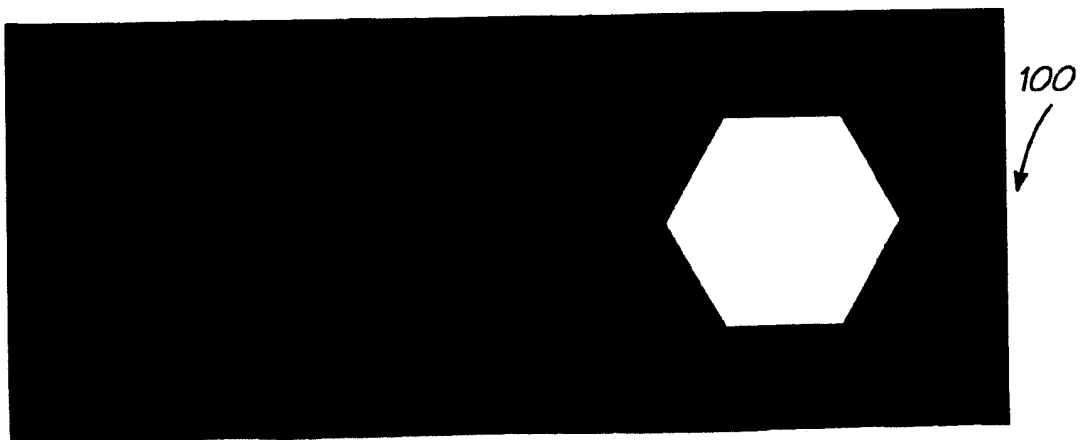


图 10a

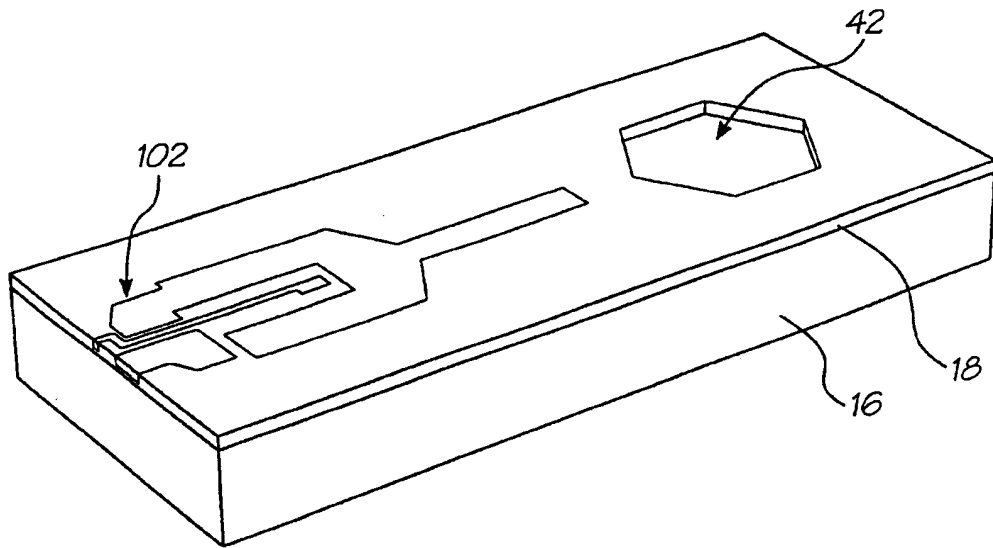


图 8b

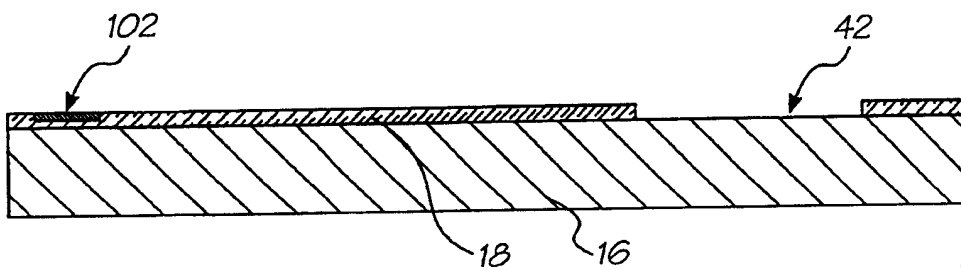


图 9b

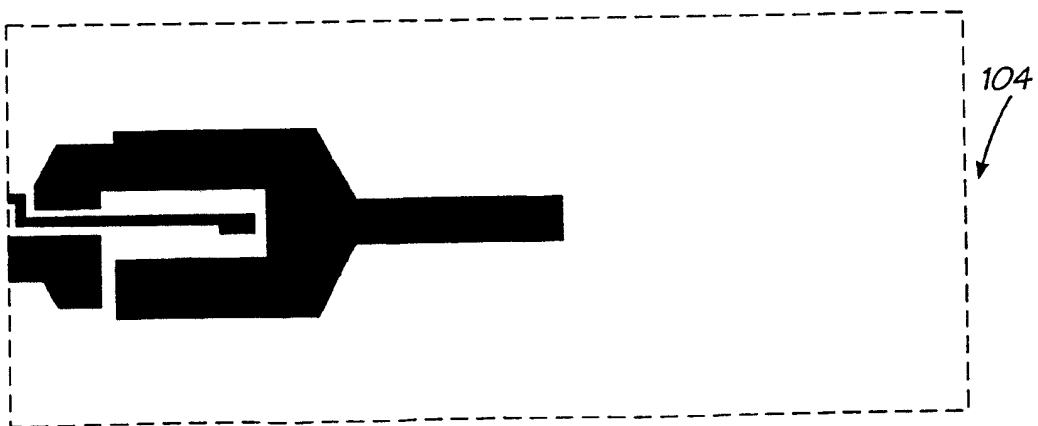


图 10b

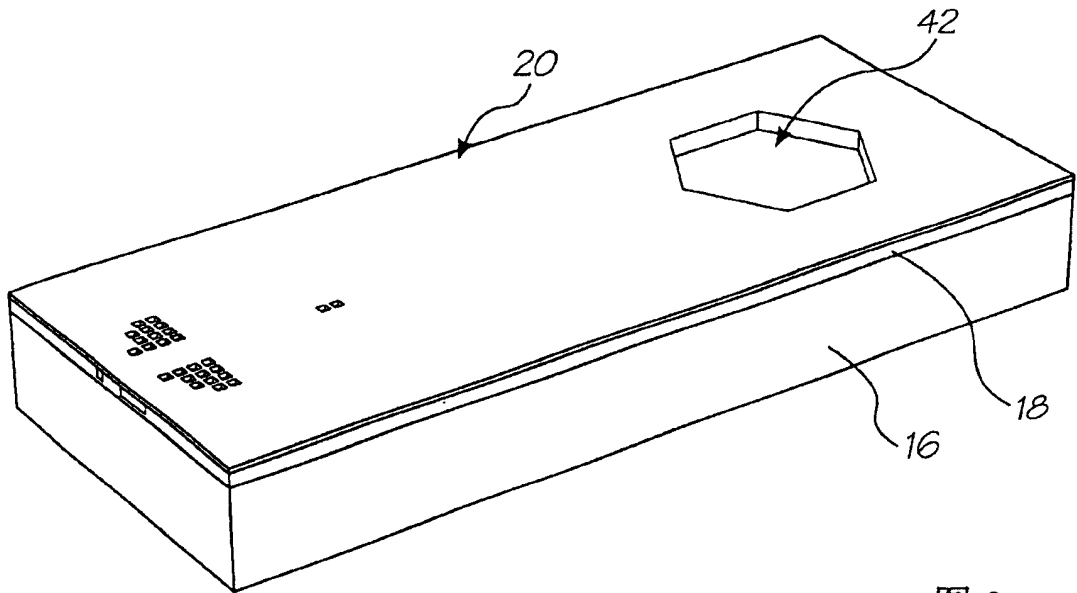


图 8c

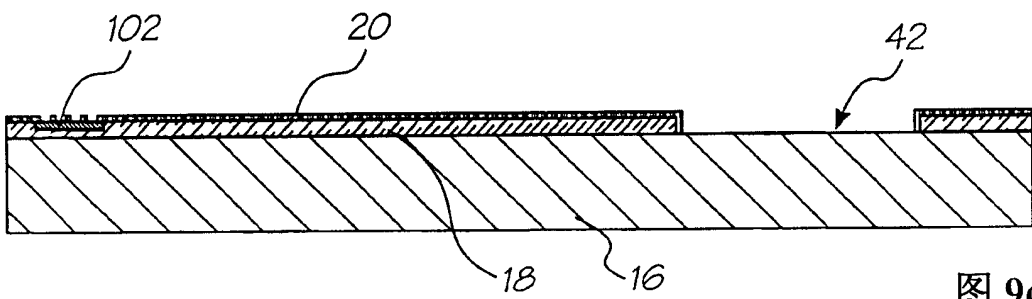


图 9c



图 10c

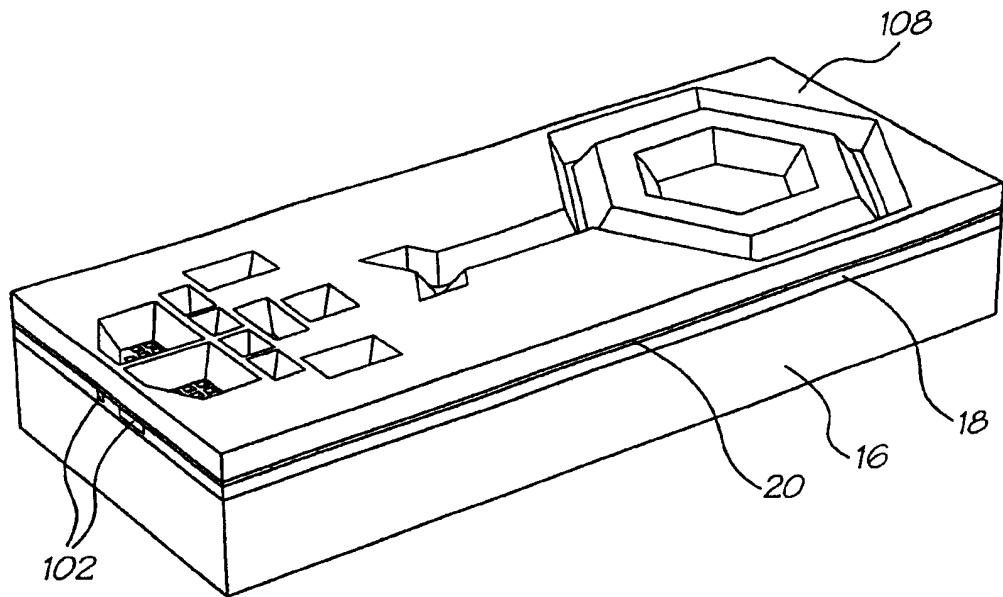


图 8d

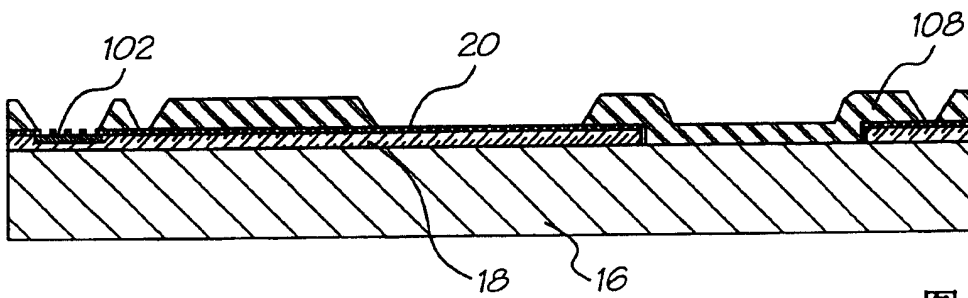


图 9d

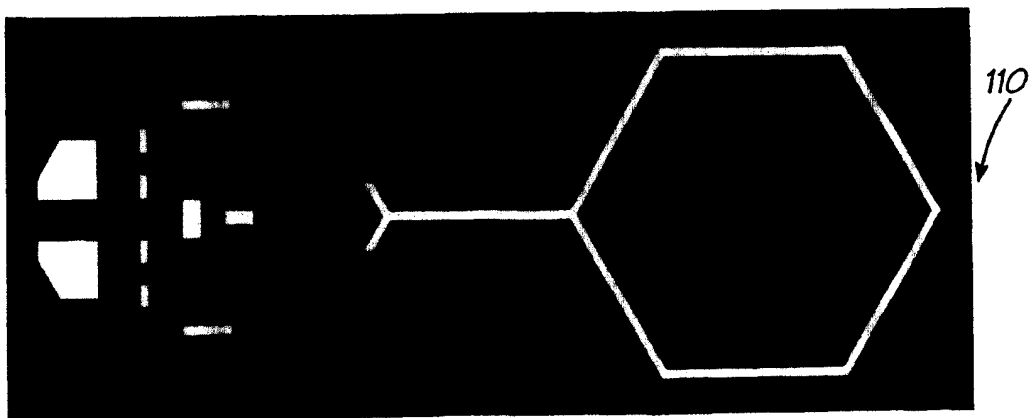


图 10d

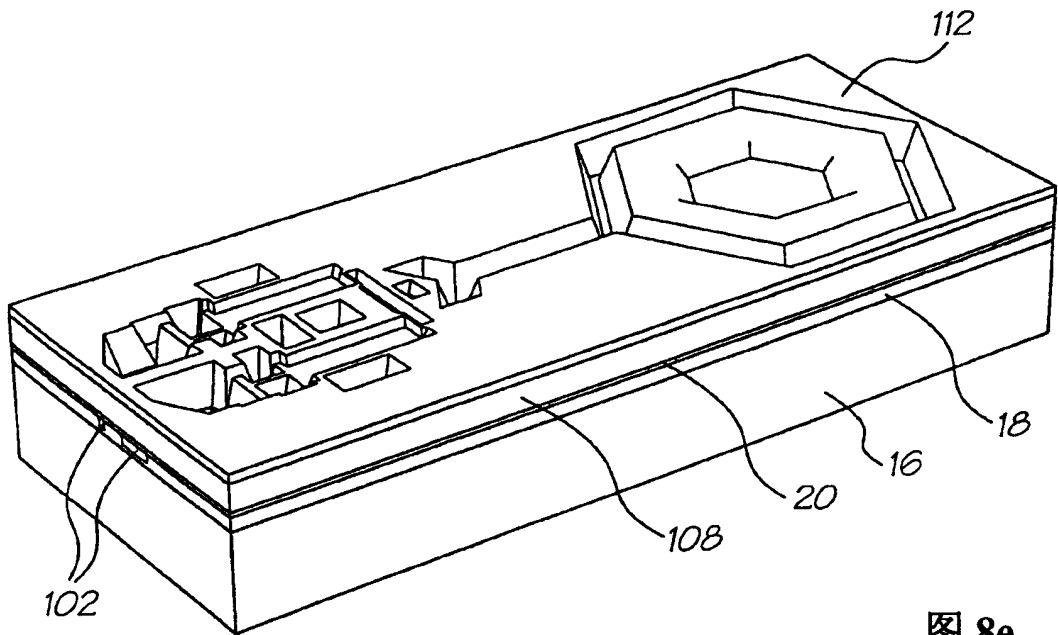


图 8e

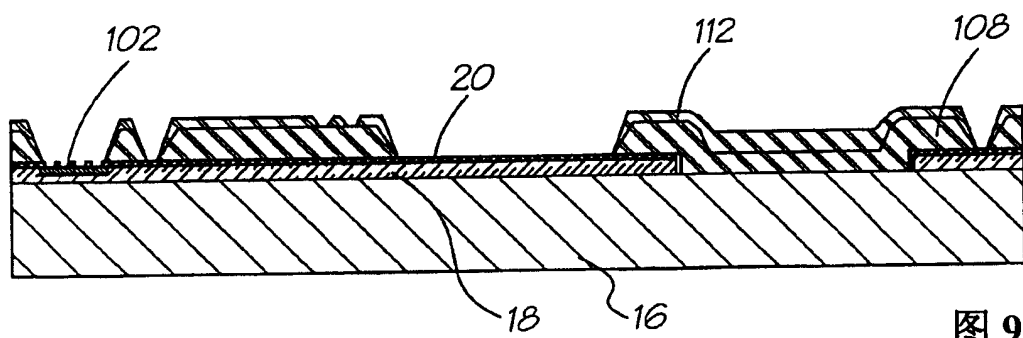


图 9e

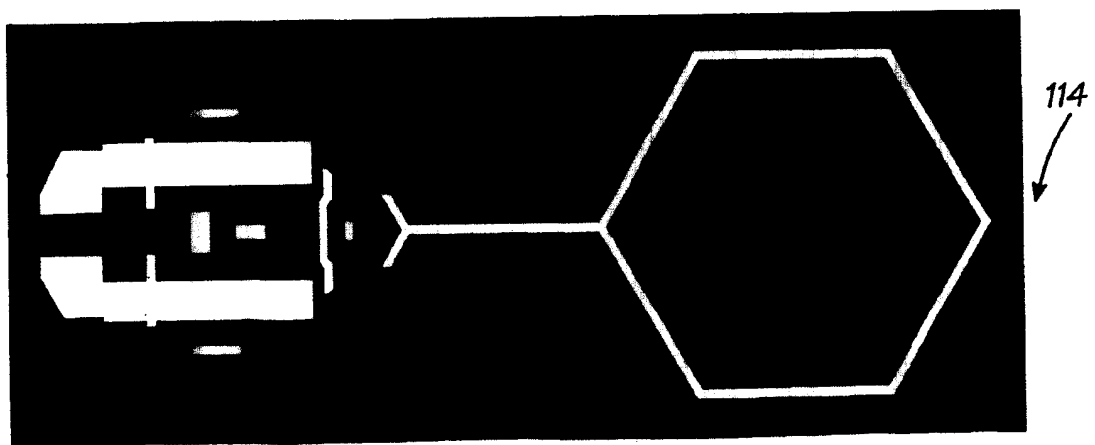


图 10e

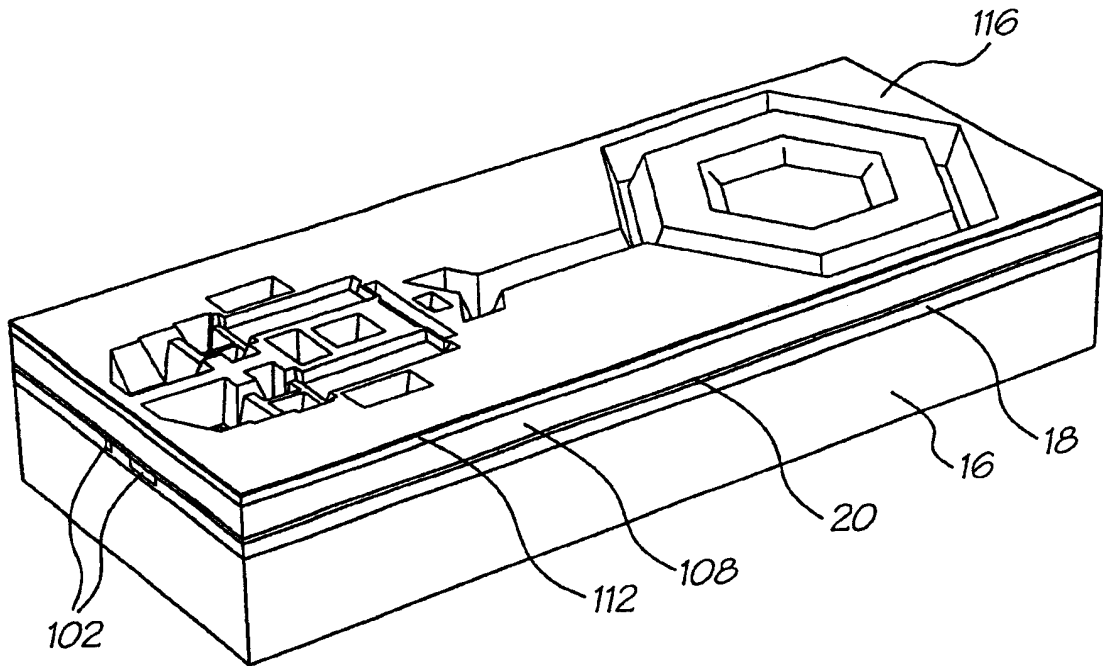


图 8f

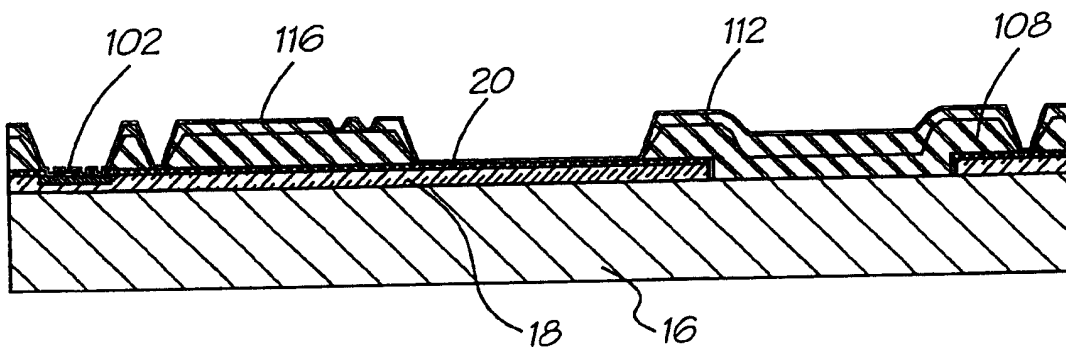


图 9f

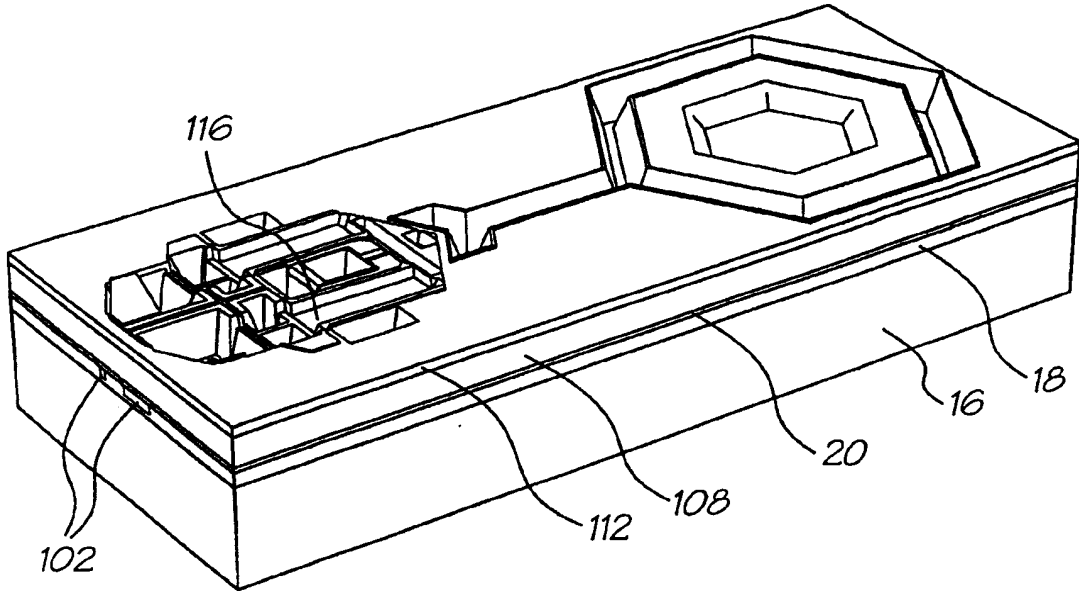


图 8g

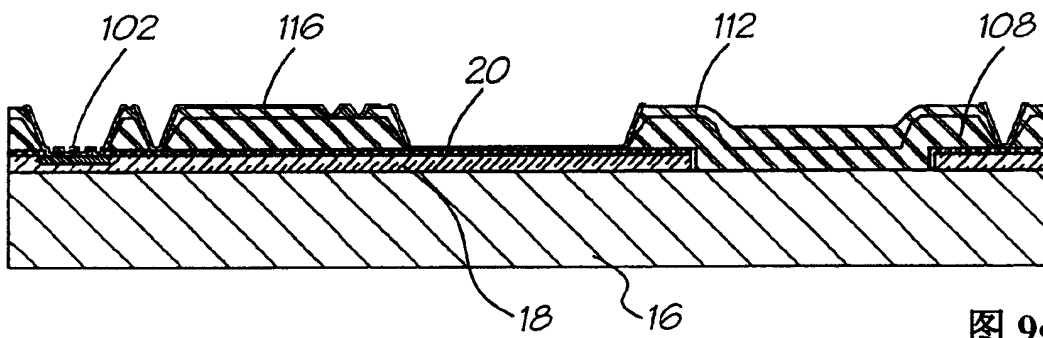


图 9g

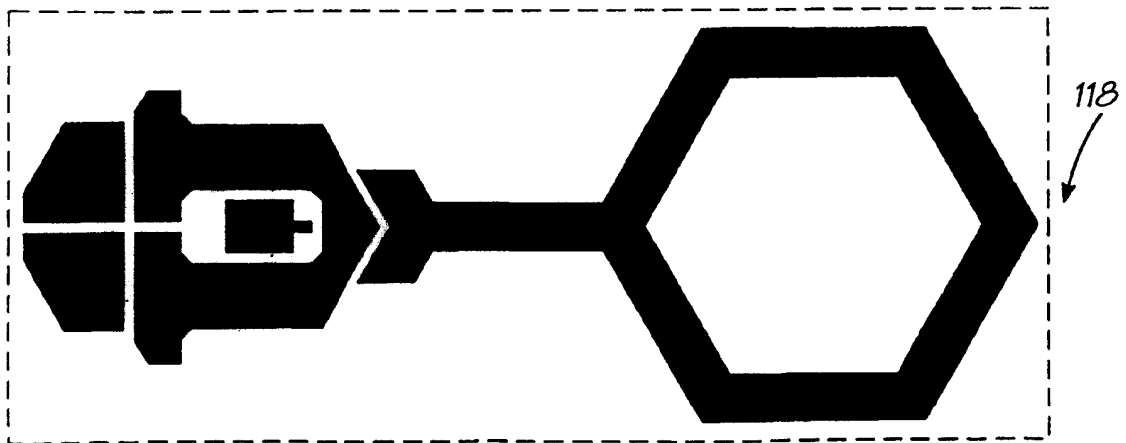


图 10f

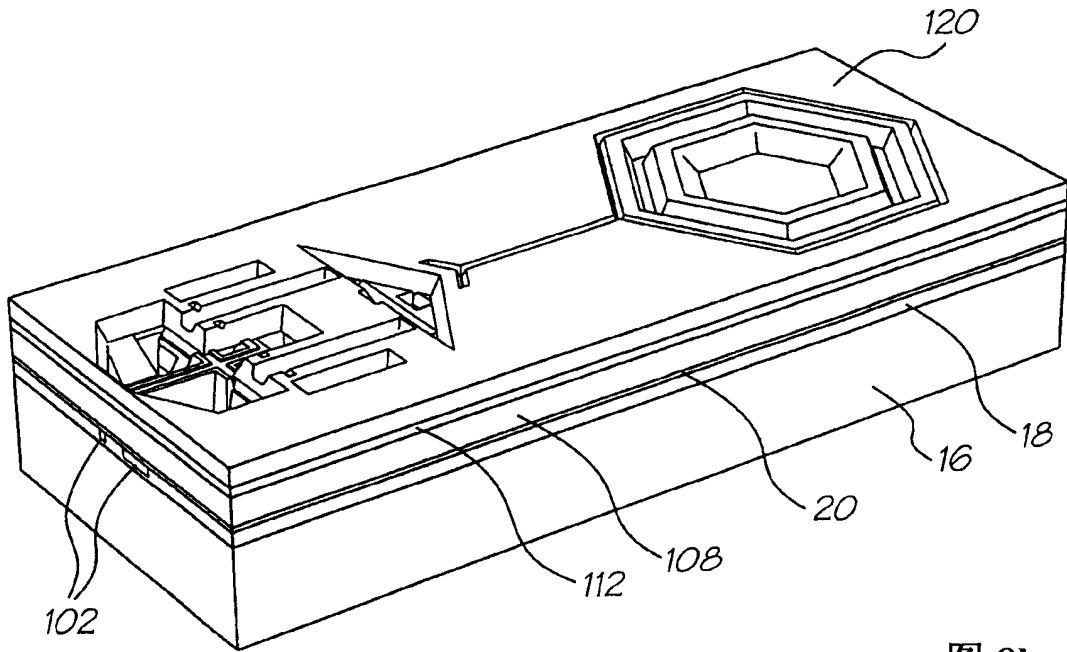


图 8h

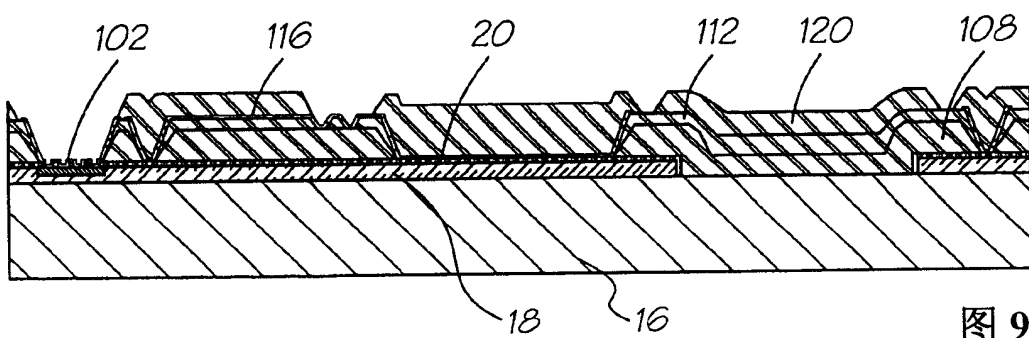


图 9h

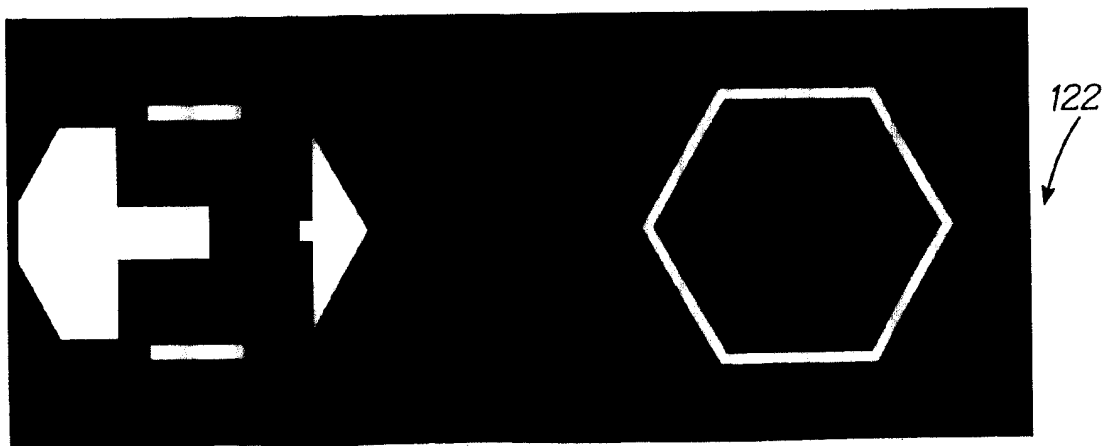


图 10g



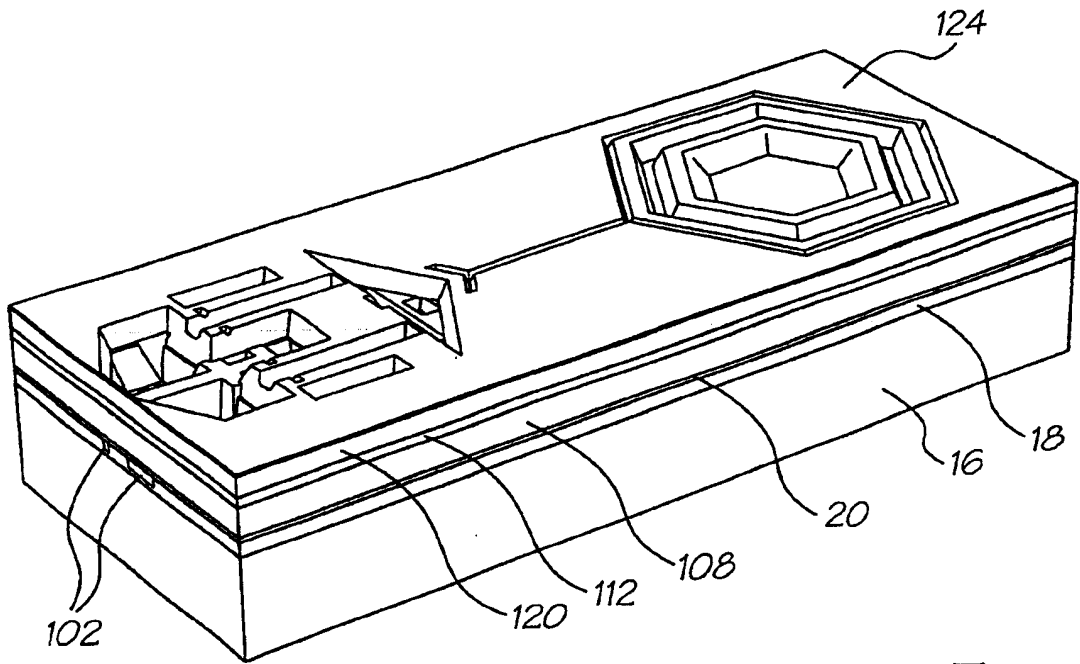


图 8i

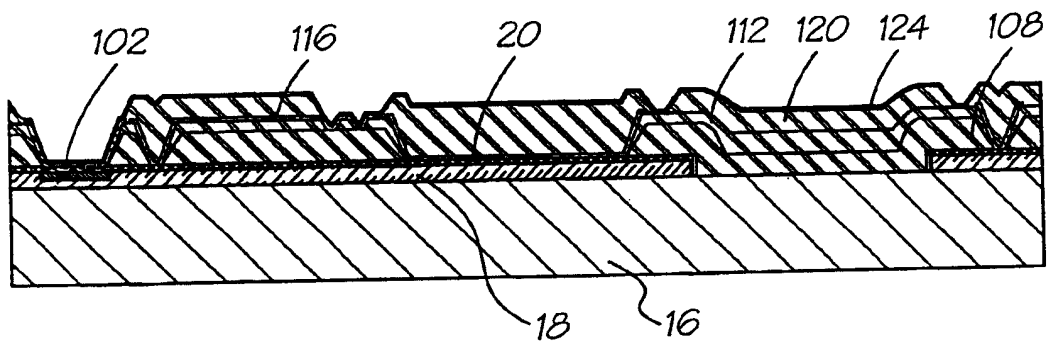


图 9i

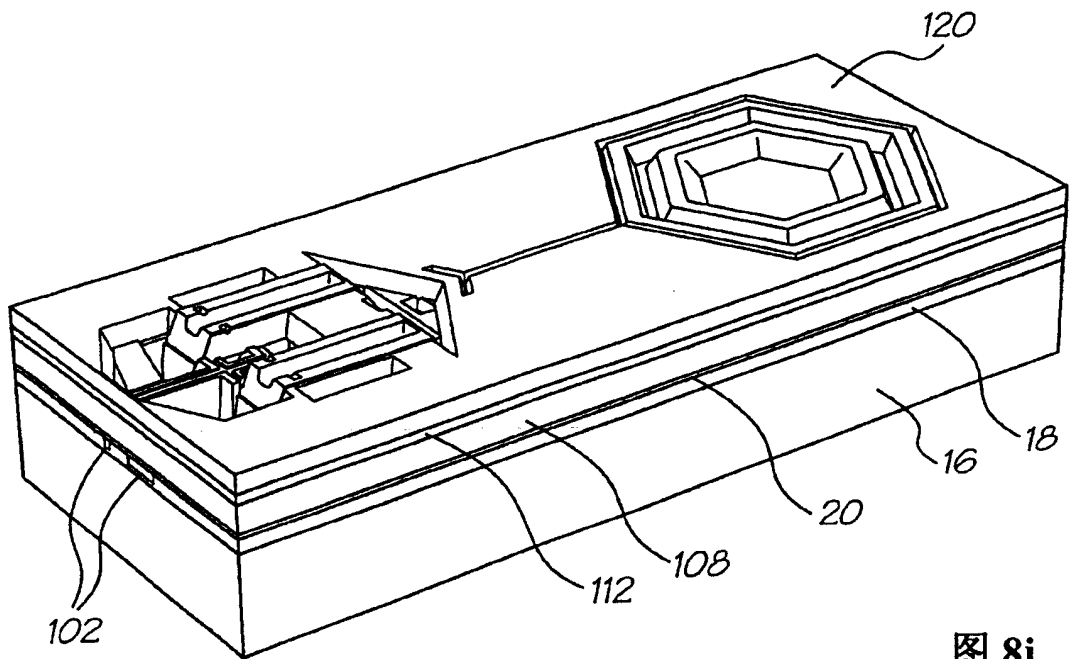


图 8j

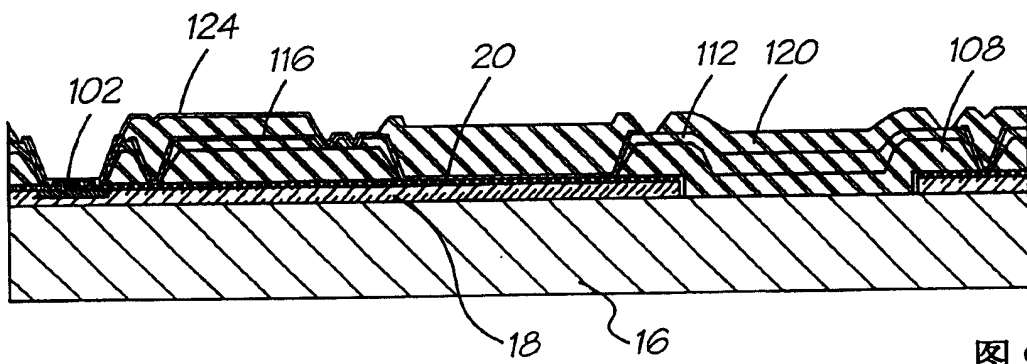


图 9j

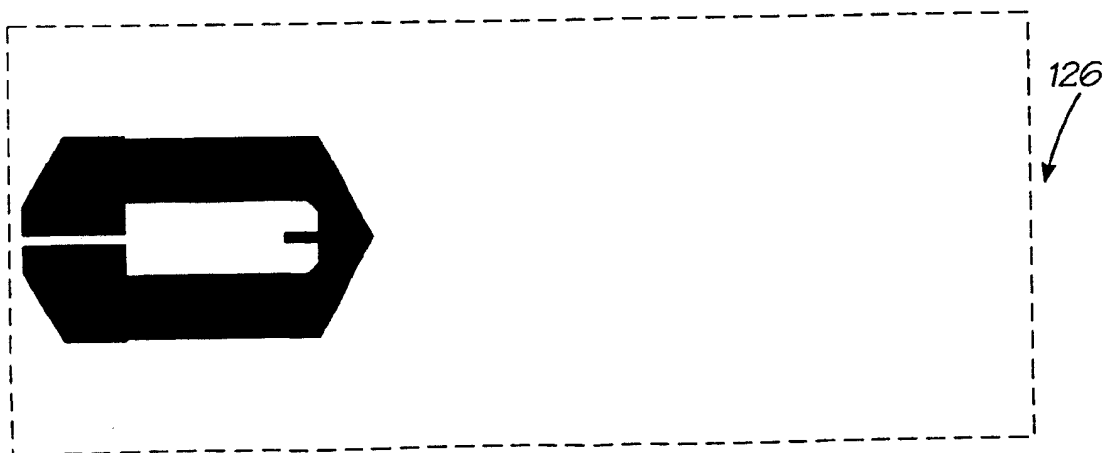


图 10h

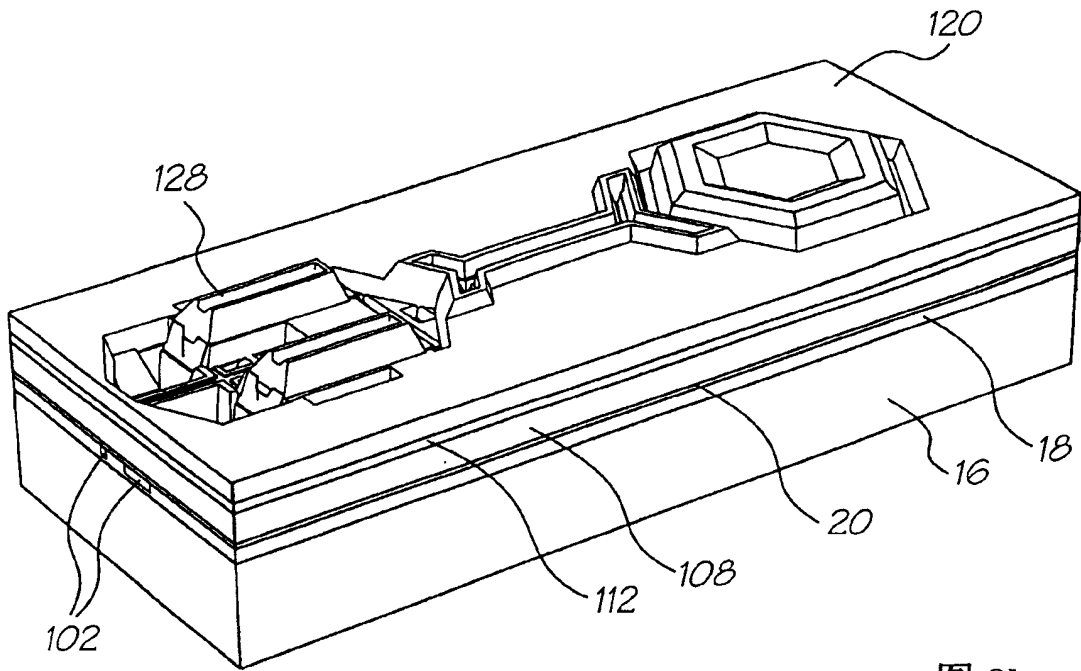


图 8k

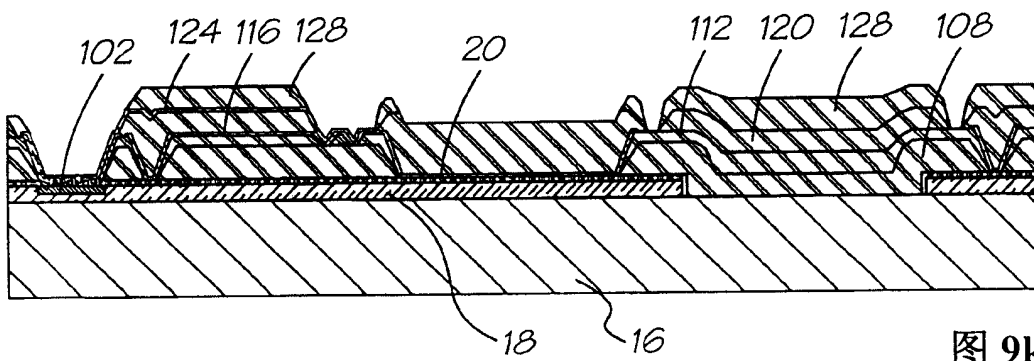


图 9k

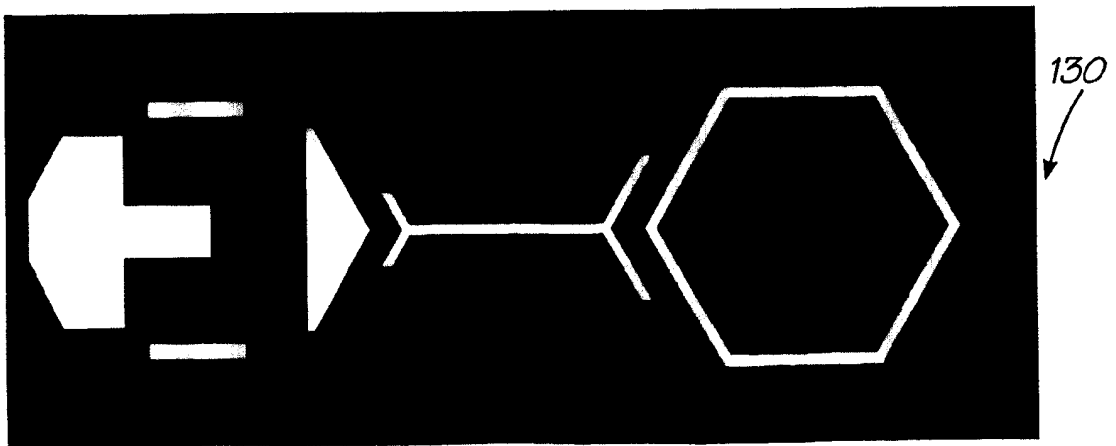


图 10i

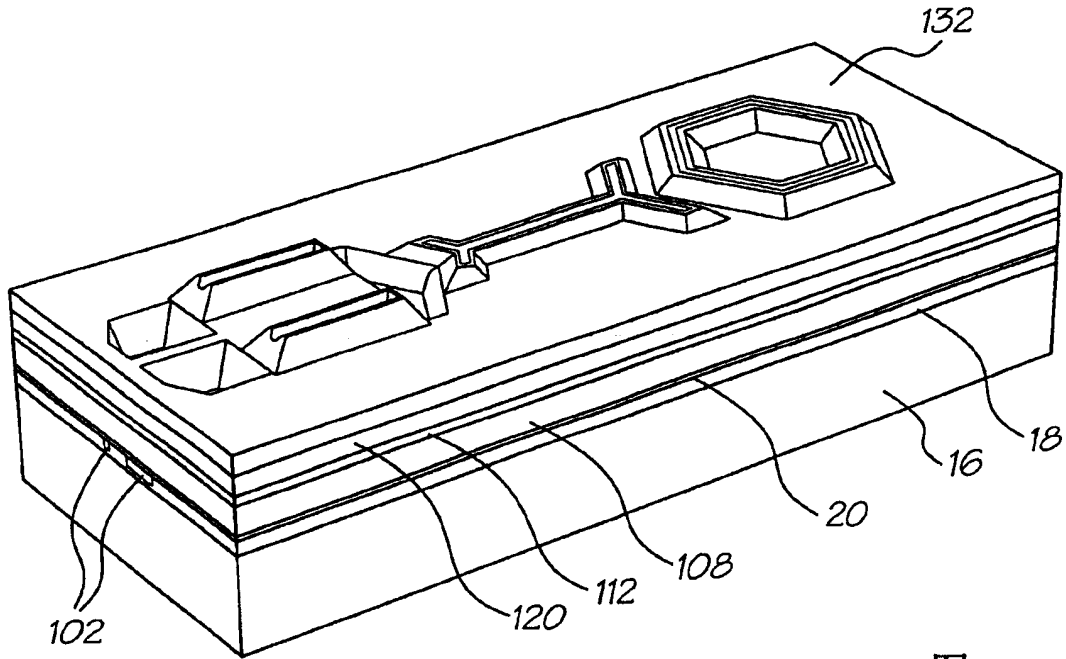


图 81

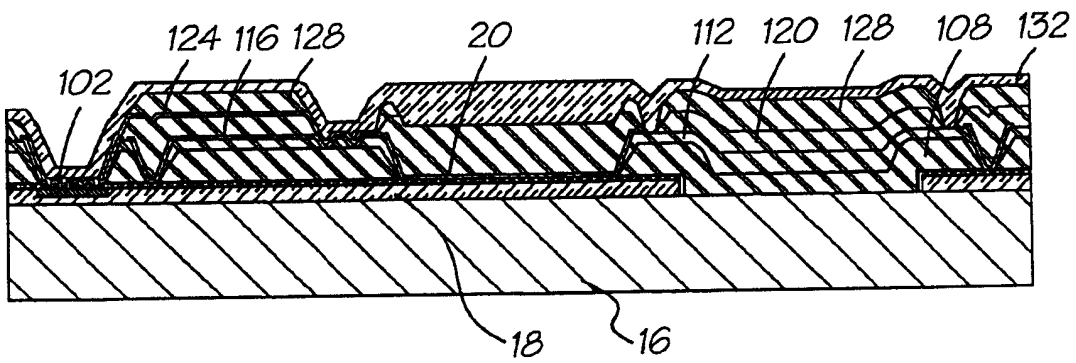


图 91

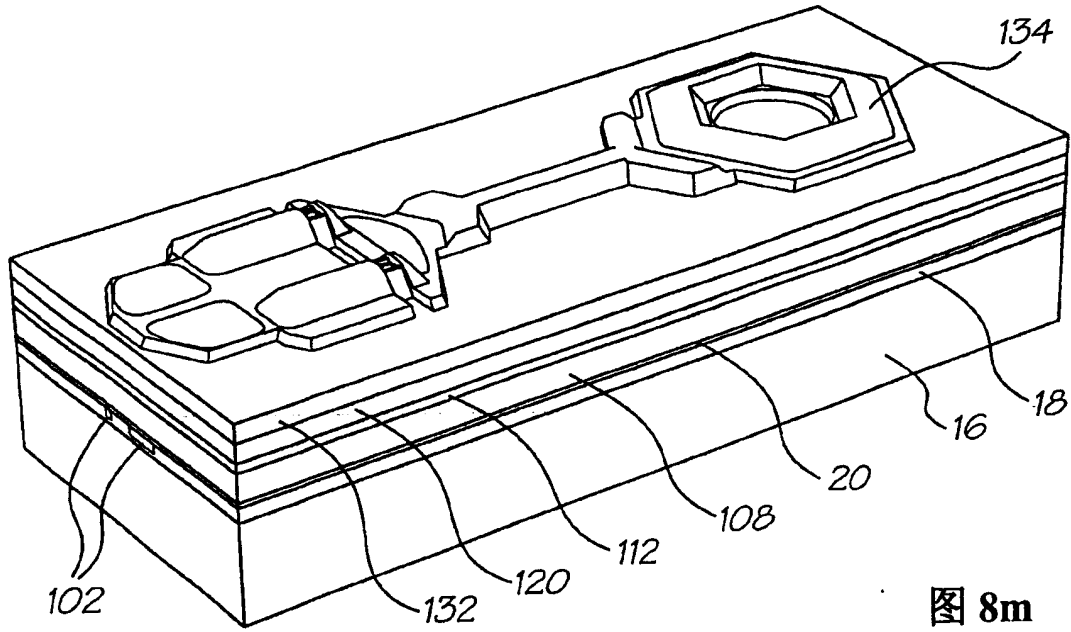


图 8m

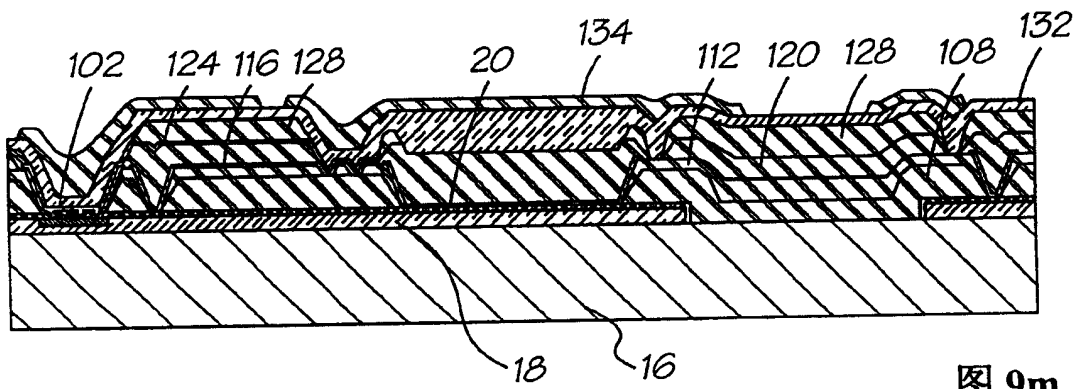


图 9m

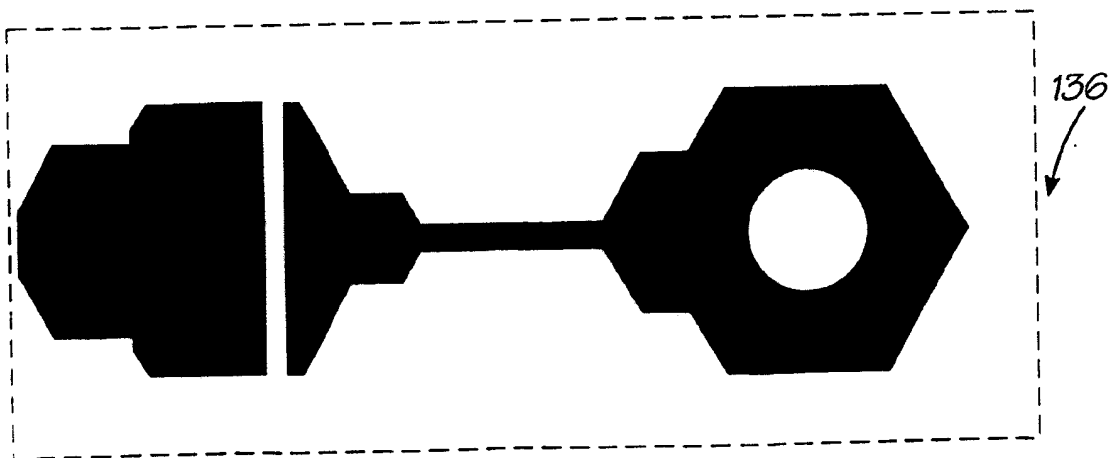


图 10j

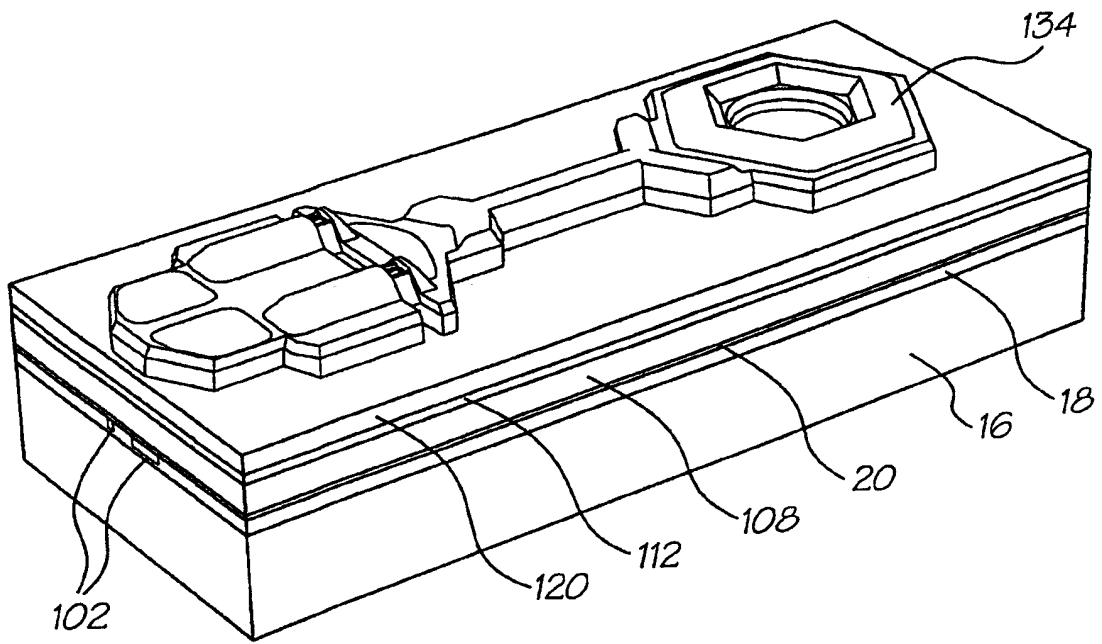


图 8n

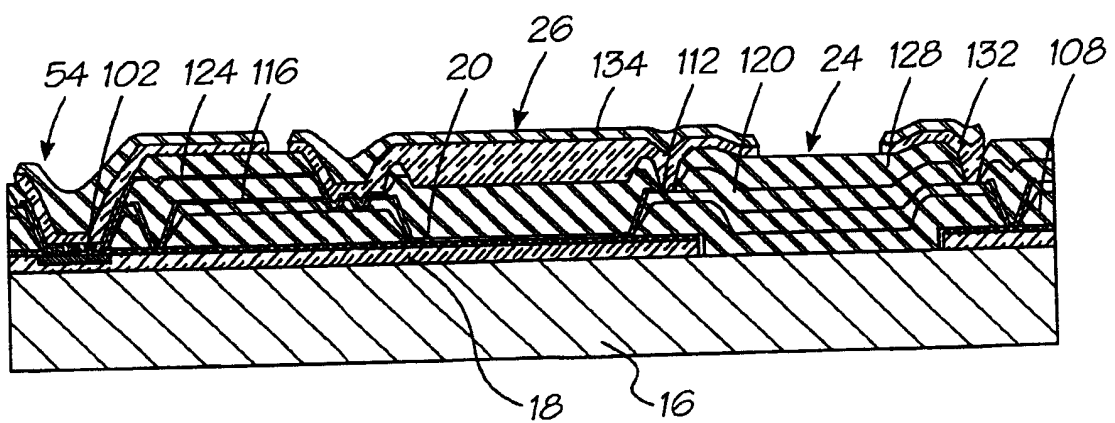


图 9n

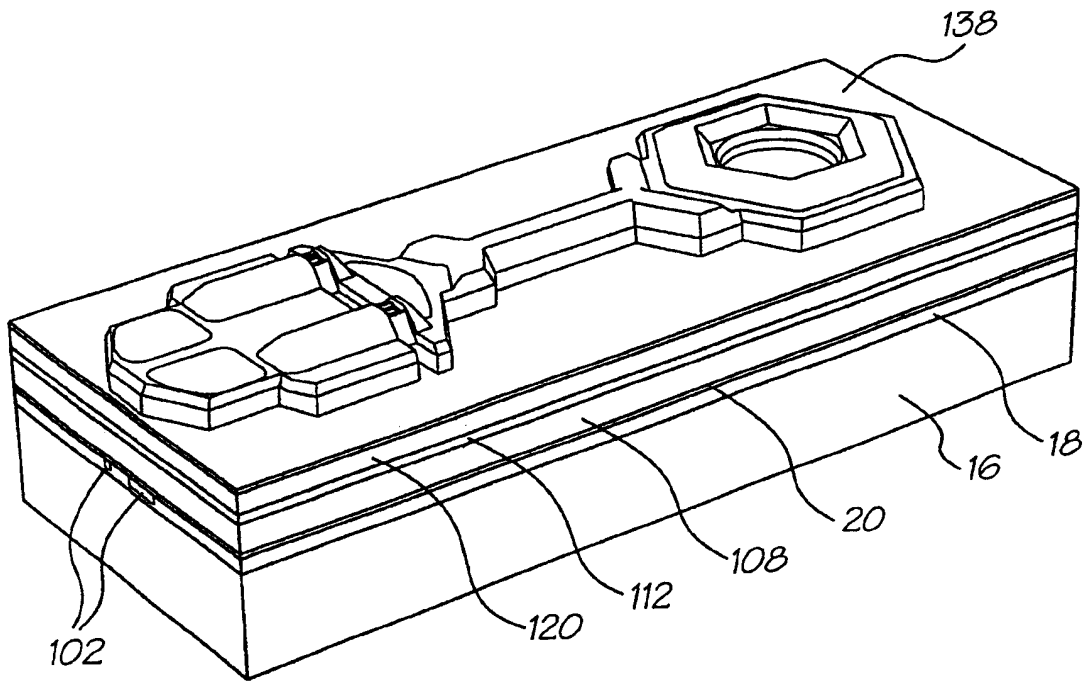


图 80

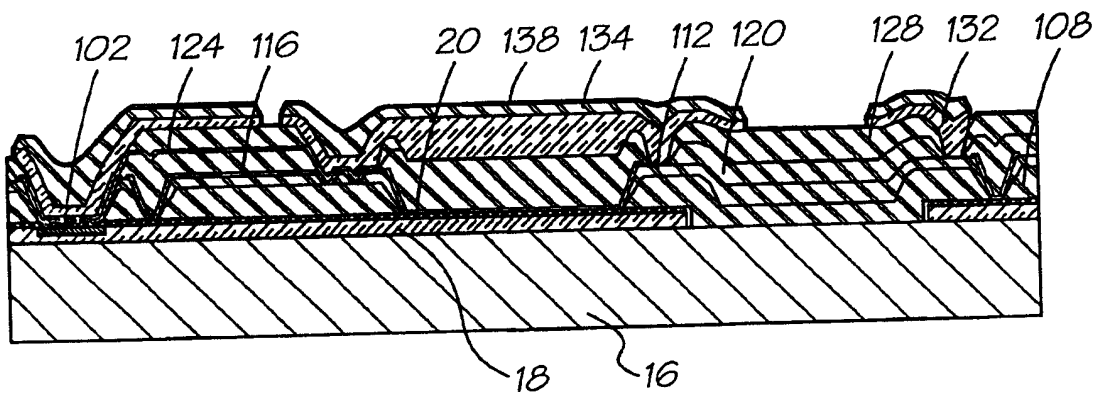


图 90

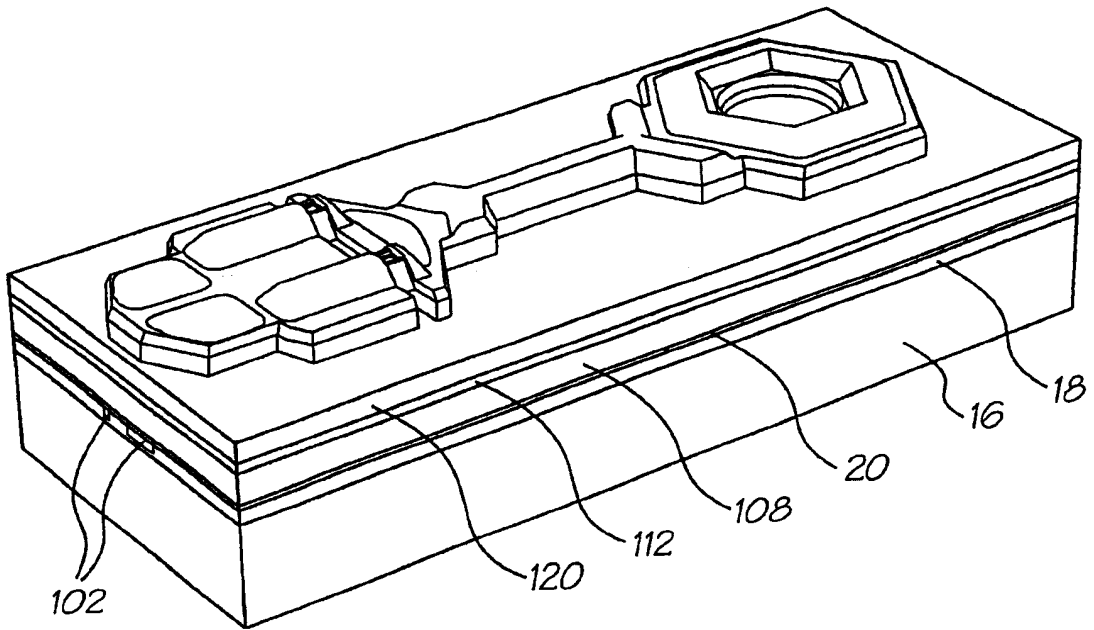


图 8p

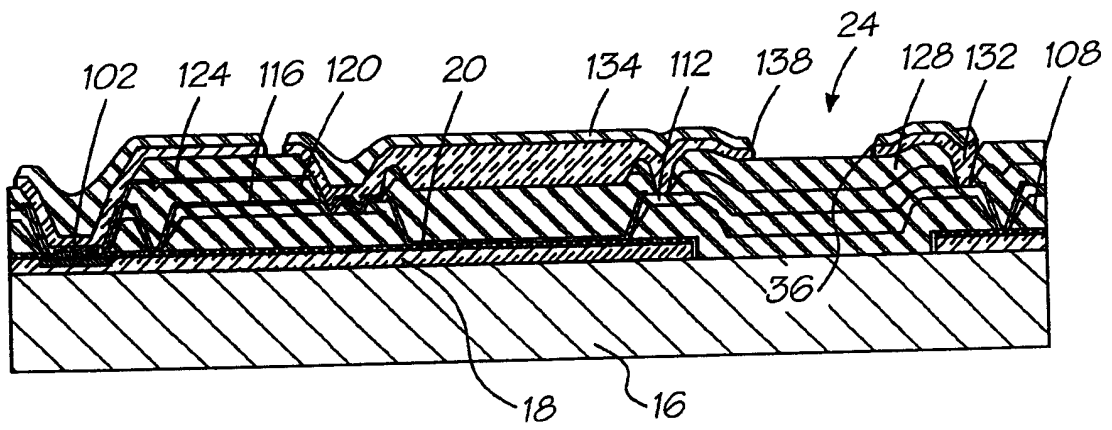


图 9p



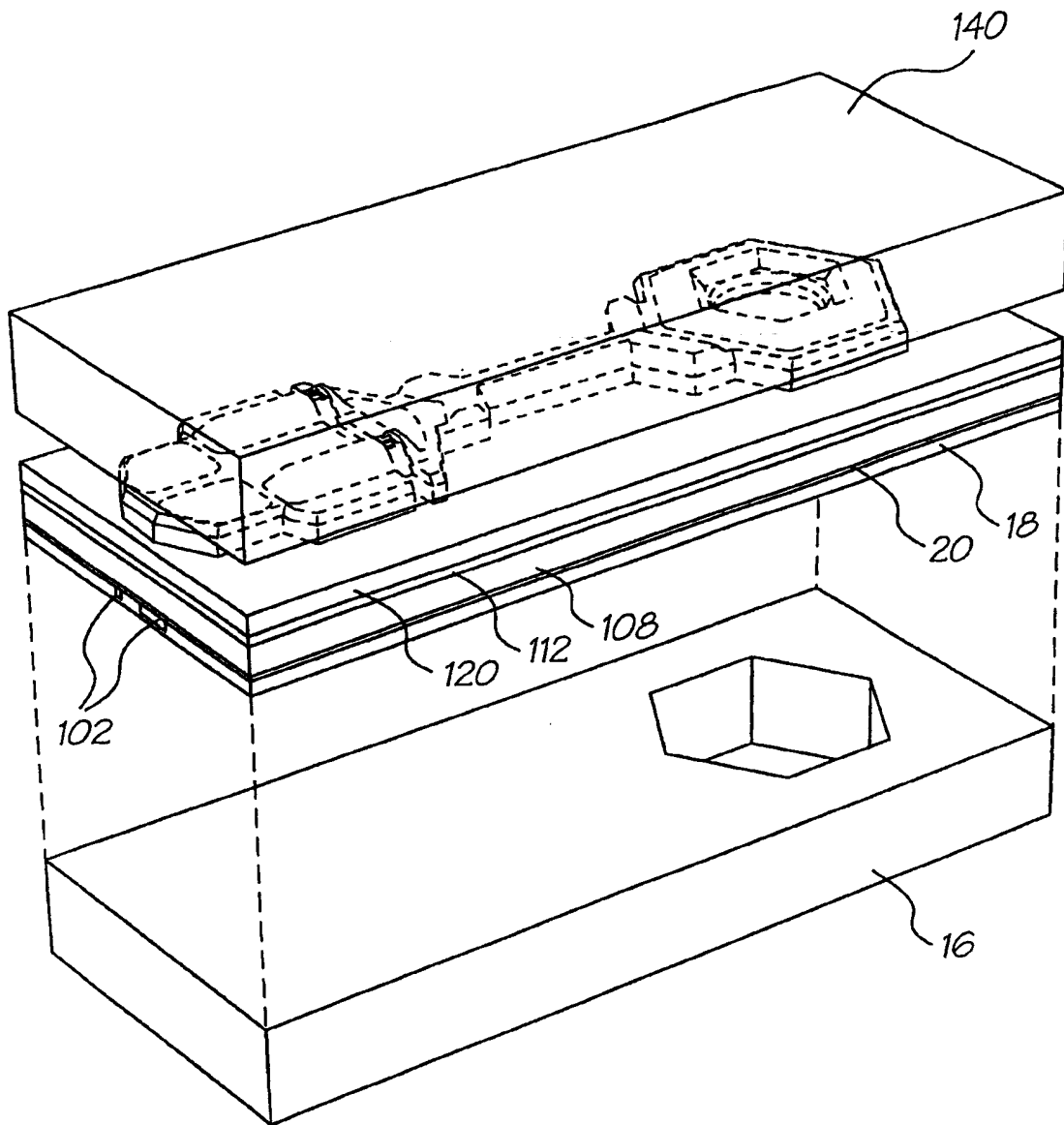


图 8q

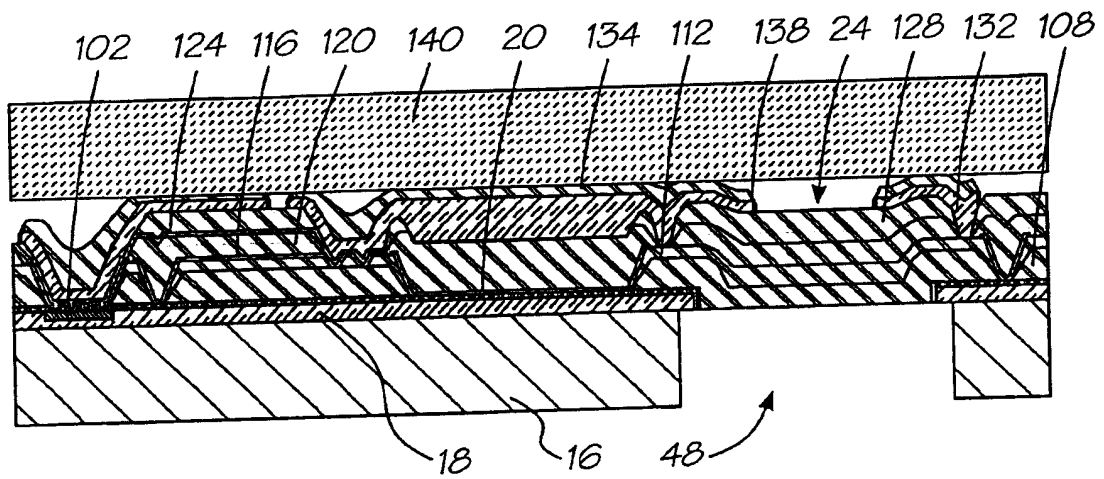


图 9q

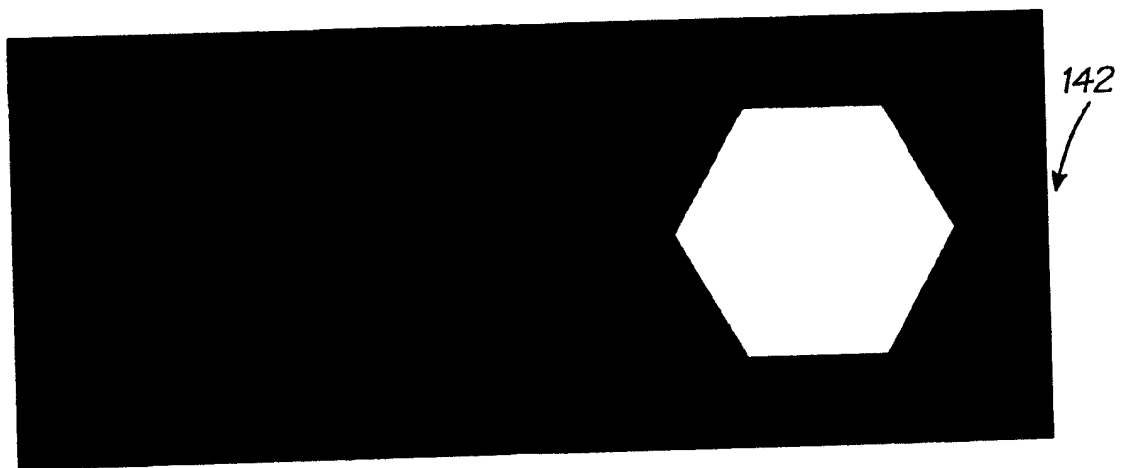


图 10k

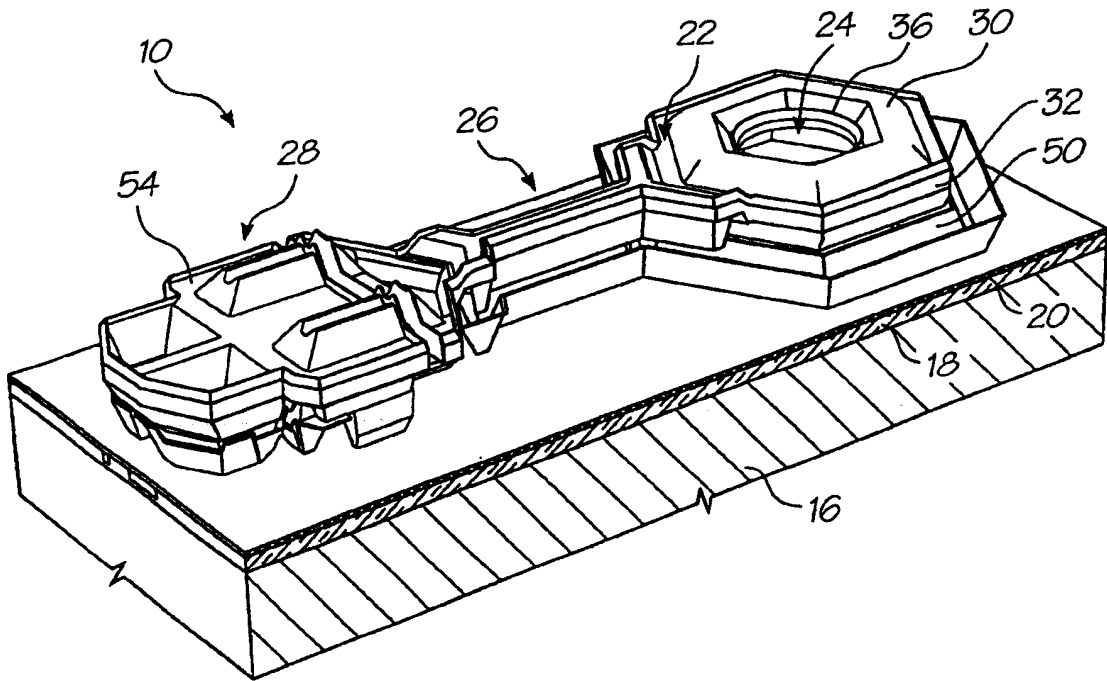


图 8r

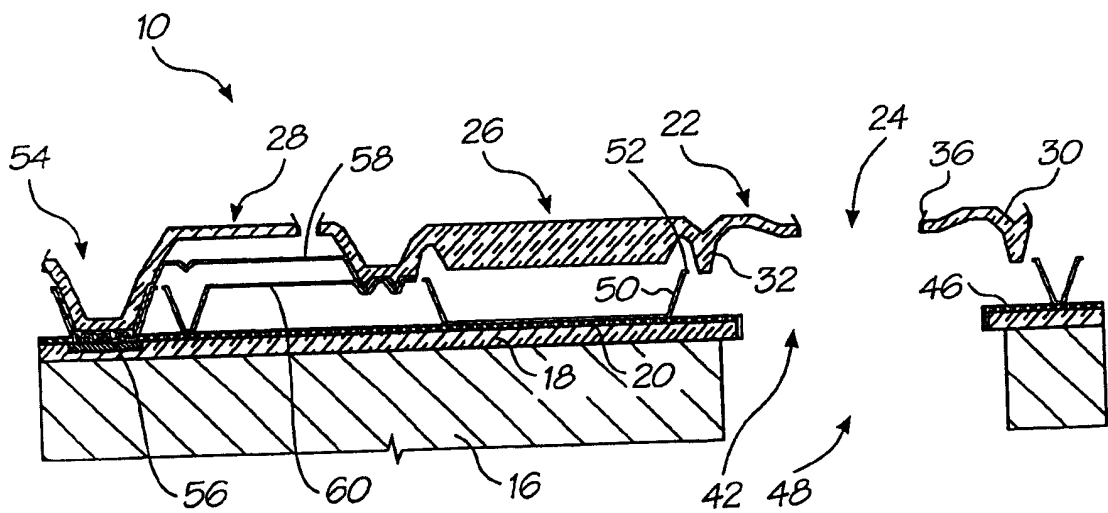


图 9r

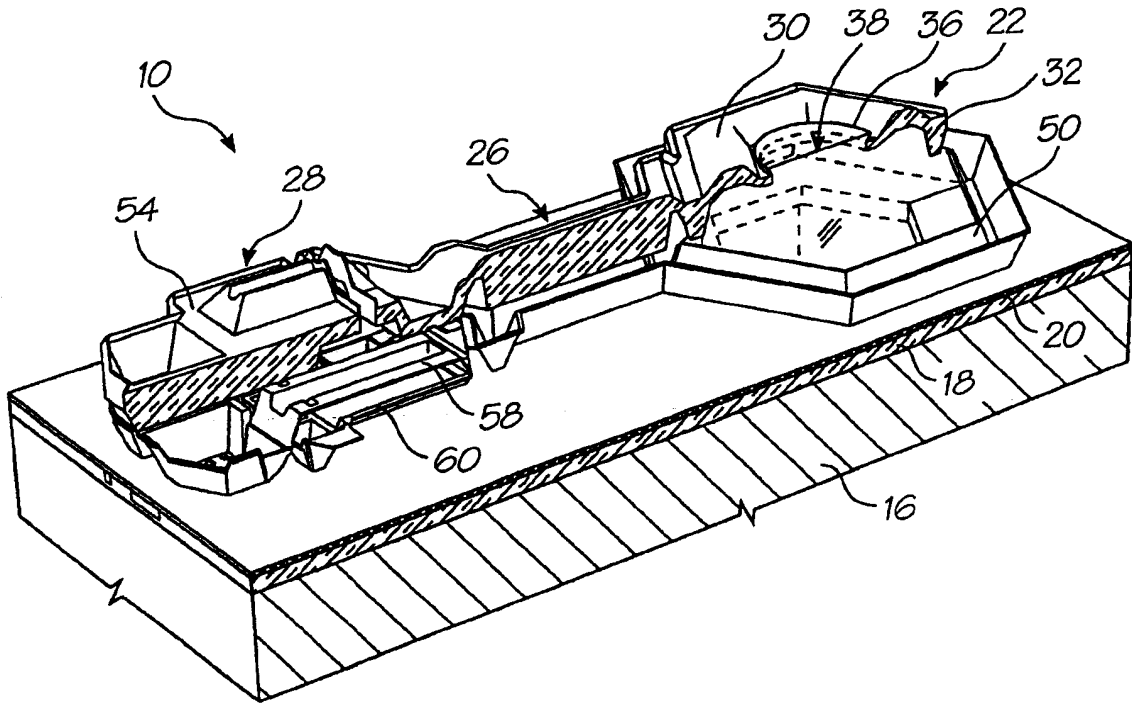


图 11a

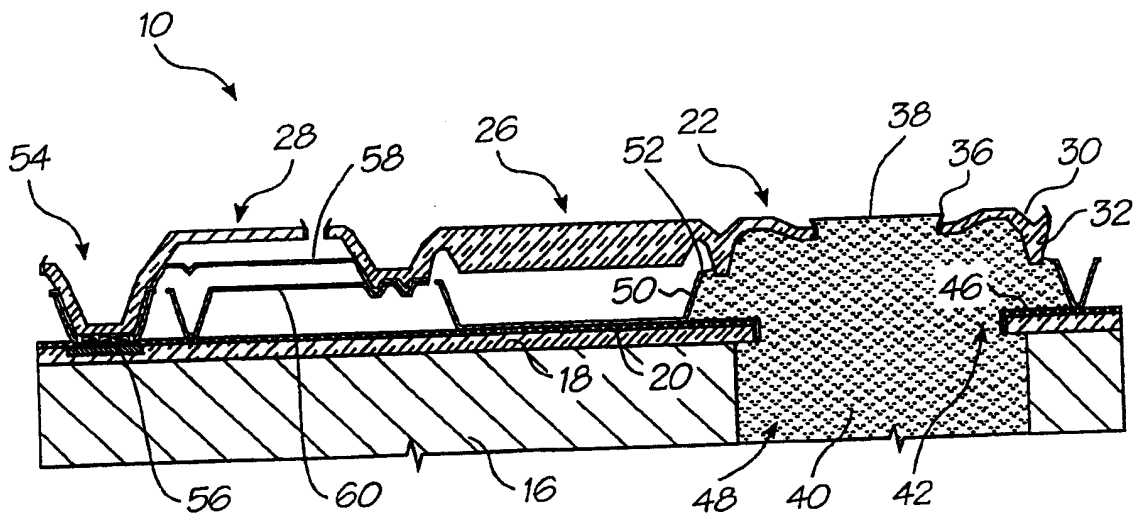


图 12a

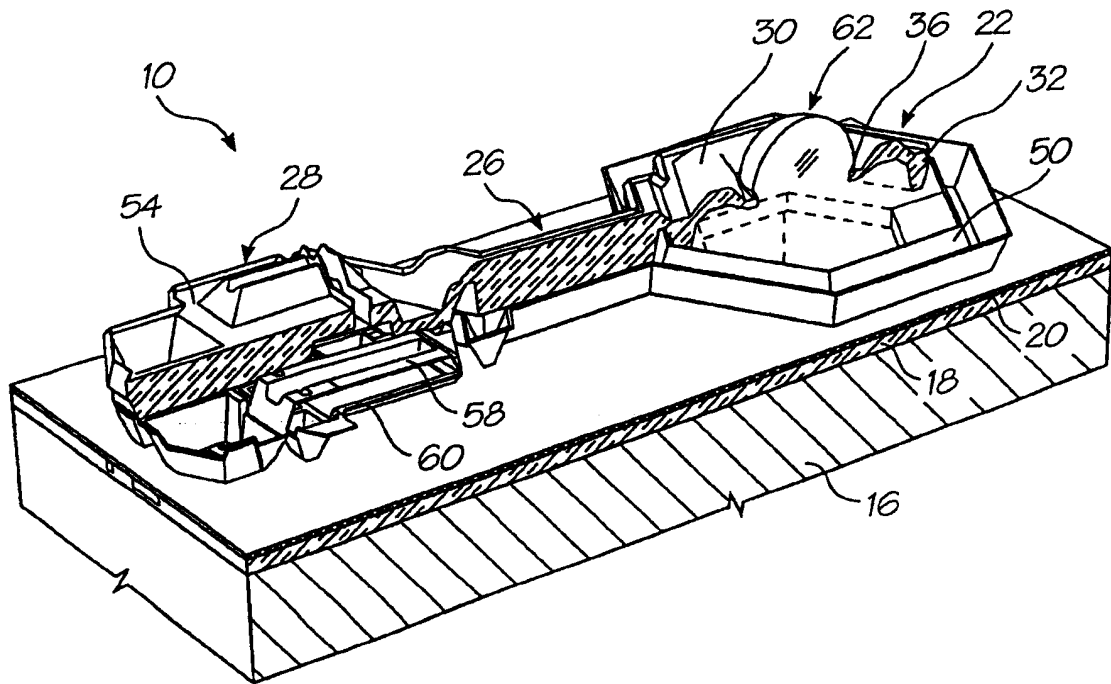


图 11b

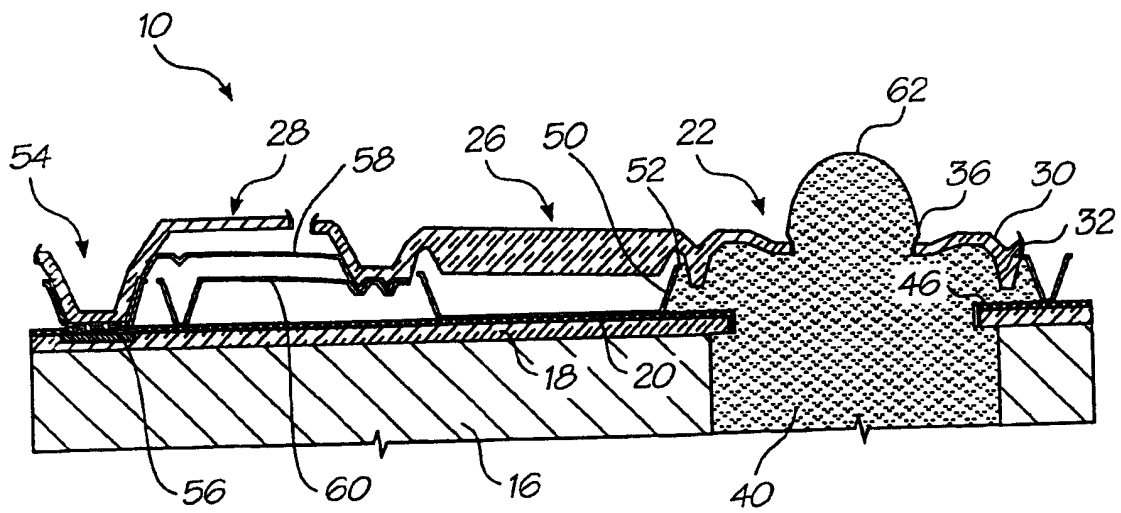


图 12b

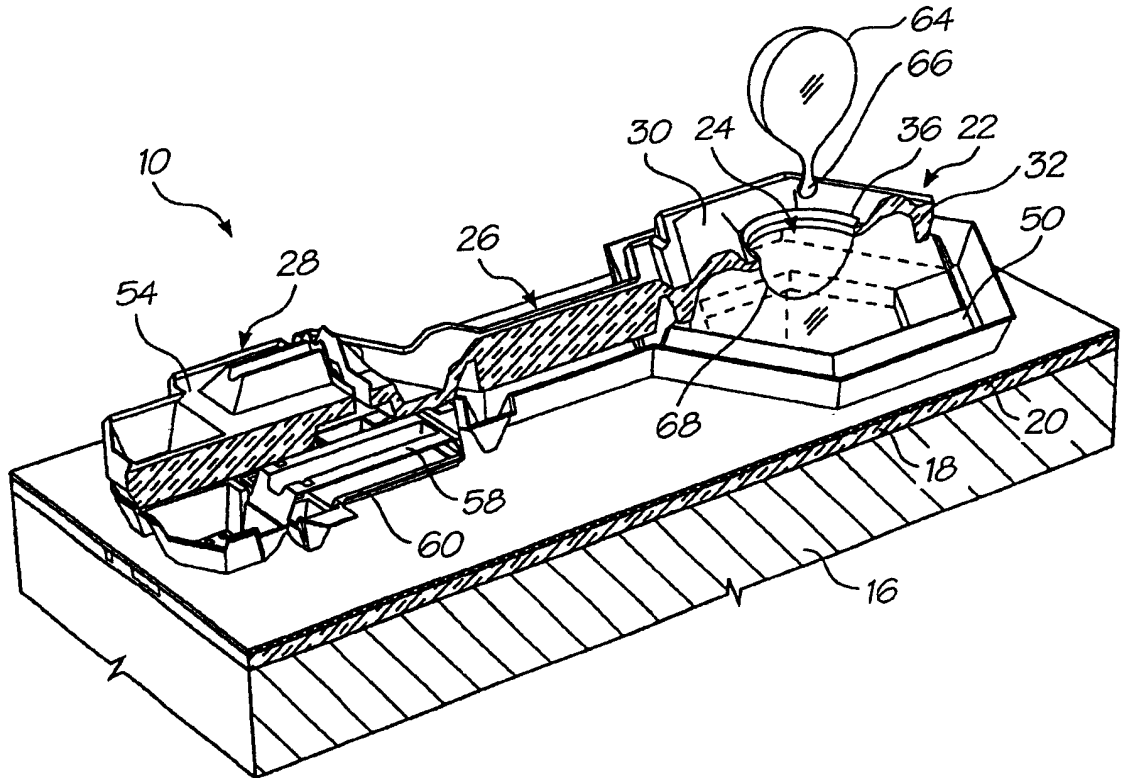


图 11c

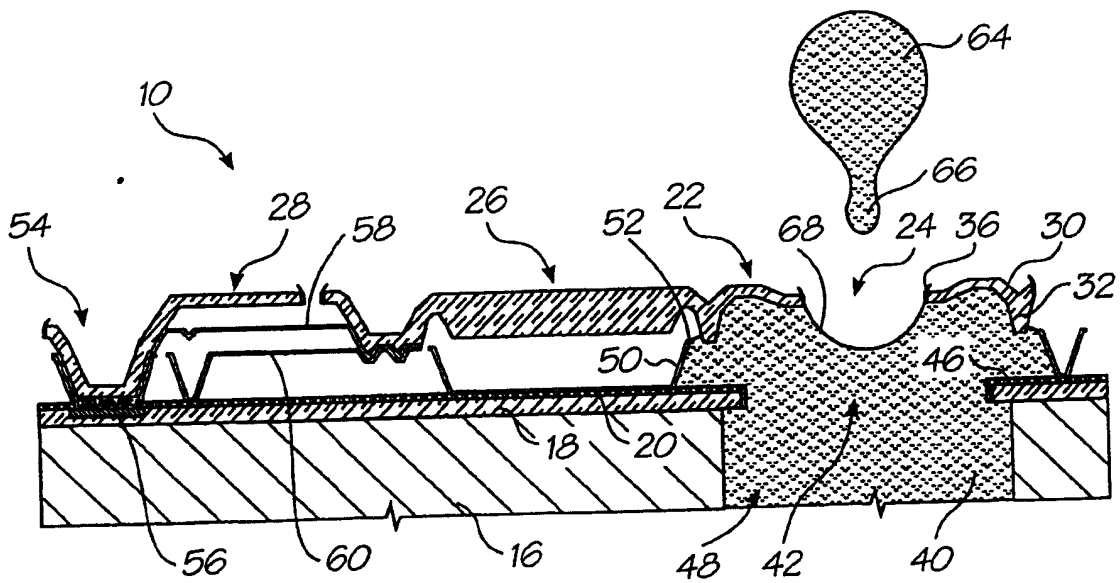


图 12c