



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103370201 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201080070167. 5

(22) 申请日 2010. 10. 01

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2013. 05. 15

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/AU2010/001292 2010. 10. 01

(87) PCT国际申请的公布数据
W02012/040765 EN 2012. 04. 05

(73) 专利权人 赞木泰克有限公司
地址 爱尔兰都柏林

(72) 发明人 G·J·麦克沃依 R·P·S·欧瑞丽
M·巴格纳 J·凯瑟琳·霍根

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有
限公司 11270

代理人 武晨燕 张颖玲

(51) Int. Cl.
B41J 2/145(2006. 01)
B41J 29/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008309728 A1, 2008. 12. 18, 全文.

US 6265301 B1, 2001. 07. 24, 全文.

CN 1638967 A, 2005. 07. 13, 全文.

CN 1628032 A, 2005. 06. 15, 全文.

审查员 丛春玲

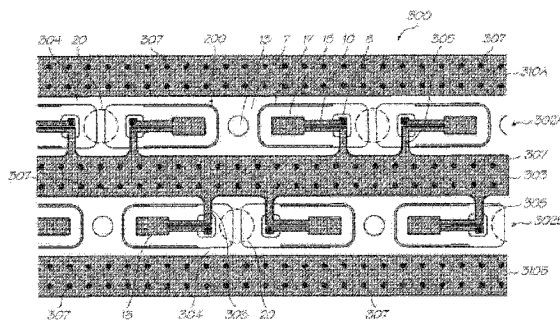
权利要求书2页 说明书23页 附图24页

(54) 发明名称

在喷嘴板上具有公共导电轨道的喷墨打印头

(57) 摘要

一种喷墨打印头包括：一个衬底，该衬底具有一个驱动电路系统层；多个喷嘴组件，该多个喷嘴组件被布置在该衬底的一个上表面上并被安排在沿该打印头纵向延伸的一个或多个喷嘴排中；一个喷嘴板，该喷嘴板延伸跨过打印头；以及被布置在该喷嘴板上一个导电轨道，该导电轨道沿该打印头纵向延伸并与这些喷嘴排平行。该导电轨道经由在该驱动电路系统层与该导电轨道之间延伸的多个导体桩而被连接到在驱动电路系统层中的一个公共参考平面上。



1. 一种喷墨打印头,包括:

一个衬底,该衬底包括一个驱动电路系统层;

多个喷嘴组件,该多个喷嘴组件被布置在所述衬底的上表面上并被安排在沿所述打印头纵向延伸的一个或多个喷嘴排中,每个喷嘴组件包括:一个喷嘴腔,该喷嘴腔具有由所述上表面限定的一个腔底、与所述腔底分隔开的一个腔顶;以及一个致动器,该致动器用于从限定在所述腔顶中的一个喷嘴开口中喷射出墨料;

一个喷嘴板,所述喷嘴板延伸跨过所述打印头,所述喷嘴板至少部分地限定所述腔顶;以及

被布置在所述喷嘴板上的至少一个导电轨道,所述导电轨道沿所述打印头纵向延伸并与所述这些喷嘴排平行,其中所述导电轨道经由在驱动电路系统层与该导电轨道之间延伸的多个导体桩而被连接到在所述驱动电路系统层中的一个公共参考平面。

2. 如权利要求 1 所述的喷墨打印头,其中所述公共参考平面限定了一个接地平面或一个电源平面。

3. 如权利要求 1 所述的喷墨打印头,所述至少一个导电轨道包括至少一个第一导电轨道,其中所述第一导电轨道直接连接到在邻近所述第一导电轨道的至少一个喷嘴排中的多个致动器上。

4. 如权利要求 3 所述的喷墨打印头,所述至少一个导电轨道进一步包括至少一个第二导电轨道,其中所述第二导电轨道并不直接连接到任何致动器上。

5. 如权利要求 3 所述的喷墨打印头,其中所述第一导电轨道沿所述打印头连续地延伸,以便针对在所述喷嘴排中的每个致动器提供一个公共参考平面。

6. 如权利要求 3 所述的喷墨打印头,其中所述第一导电轨道沿所述打印头不连续地延伸,以便针对在所述喷嘴排中的一组致动器提供一个公共参考平面。

7. 如权利要求 3 所述的喷墨打印头,其中所述第一导电轨道被定位在对应的一对喷嘴排之间,所述第一导电轨道针对在该对中的两个喷嘴排中的多个致动器提供该公共参考平面。

8. 如权利要求 3 所述的喷墨打印头,其中每个致动器具有直接连接到所述第一导电轨道上的一个第一终端和连接到在该驱动电路系统层中的一个驱动晶体管上的一个第二终端。

9. 如权利要求 8 所述的喷墨打印头,其中每个腔顶包括至少一个致动器且每个致动器的所述第一终端经由相对于所述第一导电轨道横向地延伸跨过所述喷嘴板的多个横向连接器而连接到所述第一导电轨道上。

10. 如权利要求 9 所述的喷墨打印头,其中所述第二终端经由在所述驱动电路系统层与所述第二终端之间延伸的致动器桩而连接到所述驱动晶体管上。

11. 如权利要求 10 所述的喷墨打印头,其中所述致动器桩垂直于所述第一导电轨道的平面。

12. 如权利要求 9 所述的喷墨打印头,其中每个腔顶包括至少一个可移动桨状物,该可移动桨状物包括一个对应的热弯曲式致动器,所述桨状物朝着一个对应的喷嘴腔的腔底是可移动的,以便致使墨料从所述喷嘴开口中喷射出,其中所述热弯曲式致动器包括:

一个上部热弹性横梁,该上部热弹性横梁具有所述第一终端及第二终端;以及

一个下部被动横梁,该下部被动横梁被熔融到所述热弹性横梁上,这样使得当电流通过该热弹性横梁时,该热弹性横梁相对于该被动横梁膨胀,从而致使一个对应的浆状物朝着该喷嘴腔的腔底弯曲。

13. 如权利要求 12 所述的喷墨打印头,其中所述热弹性横梁与所述第一导电轨道是共面的。

14. 如权利要求 12 所述的喷墨打印头,其中所述热弹性横梁和所述至少一个导电轨道由相同的材料构成。

15. 如权利要求 1 所述的喷墨打印头,其中所述喷嘴板由一种陶瓷材料构成。

16. 如权利要求 4 所述的喷墨打印头,其中所述驱动电路系统层对每个致动器包括一个驱动场效应晶体管 (FET),每个驱动 FET 包括:一个栅极,该栅极用于接收一个逻辑发射信号;一个源极,该源极与一个电源平面电气联通;以及一个漏极,该漏极与一个接地平面电气联通,该驱动 FET 是以下之一:

一个 pFET,其中所述致动器被连接在所述漏极与所述接地平面之间;或

一个 nFET,其中所述致动器被连接在所述电源平面与所述源极之间。

17. 如权利要求 16 所述的喷墨打印头,其中该致动器具有第一终端和第二终端,并且该驱动 FET 是一个 pFET 且该第一导电轨道提供该接地平面,并且进一步地其中,该致动器的该第一终端被连接到该第一导电轨道上且该致动器的该第二终端被连接到该 pFET 的漏极上。

18. 如权利要求 17 所述的喷墨打印头,其中所述第二导电轨道提供该电源平面且被连接到该 pFET 的源极上。

19. 如权利要求 16 所述的喷墨打印头,其中该致动器具有第一终端和第二终端,并且该驱动 FET 是一个 nFET 且该第一导电轨道提供该电源平面,并且进一步地其中,该致动器的该第一终端被连接到该第一导电轨道上且该致动器的该第二终端被连接到该 nFET 的源极上。

20. 如权利要求 19 所述的喷墨打印头,其中所述第二导电轨道提供该接地平面且被连接到该 nFET 的漏极上。

在喷嘴板上具有公共导电轨道的喷墨打印头

技术领域

[0001] 本发明涉及打印机领域,并且尤其涉及喷墨打印头领域。本发明主要开发用于改进高分辨率打印头的打印品质及打印头性能。

背景技术

[0002] 已发明了许多不同的打印类型,其中的大量类型目前正在使用。已知的打印形式具有多种用于以相关标记介质来标记该打印介质的方法。常用的打印形式包括胶版打印、激光打印和复印装置、点阵型击打式打印机、热敏纸打印机、胶片记录器、热蜡打印机、染料升华打印机以及喷墨打印机,具有按需滴落和连续流动两种形式。当考虑构造和运行等的成本、速度、品质、可靠性、简单性时,每个类型的打印机都具有其自身的优点和问题。

[0003] 近年来,喷墨打印(其中每个单独像素的墨料都来源于一个或多个墨料喷嘴)领域已日益流行,这主要是由于其廉价且多用途的性质。

[0004] 已发明了关于喷墨打印的许多不同技术。关于对该领域的调查,参考 J Moore 的文章:“非击打式打印:介绍和历史展望(Non-Impact Printing:Introduction and Historical Perspective)”,硬拷贝输出装置(Output Hard Copy Devices),编者杜贝克(Dubeck)和 S·谢尔(Sherr),第 207 至 220 页(1988)。

[0005] 喷墨打印机本身以许多不同类型呈现。在喷墨打印中利用连续墨料流似乎要追溯到至少 1929 年,其中哈塞尔(Hansell)的第 1941001 号美国专利披露了一种简单形式的连续流静电喷墨打印。

[0006] 斯威特(Sweet)的美国专利 3596275 也披露了一种连续喷墨打印的过程,包括通过高频静电场来调整该喷墨流以造成墨滴分离的步骤。此技术仍被若干制造商使用,包括艾尔穆杰特(Elmjet)和赛天使(Scitex)(也参见斯威特等人的第 3373437 号美国专利)。

[0007] 压电式喷墨打印机也是一种常用形式的喷墨打印装置。凯瑟(Kyser)等人在第 3946398 号美国专利(1970)(该专利使用光阑操作模式)中、佐尔坦(Zolten)在美国专利 3683212(1970)(该专利披露了压电晶体的挤压操作模式)中、斯蒂姆(Stemme)在第 3747120 号美国专利(1972)(该专利披露了压电操作弯曲模式)中、霍金斯(Howkins)在第 4459601 号美国专利(该专利披露了喷墨流的压电推动模式的致动)中、并且菲茨贝克(Fischbeck)在美国专利 4584590(该专利披露了压电换能器元件的剪切模式类型)中,披露了压电系统。

[0008] 近来,热喷墨打印已变成极流行的喷墨打印形式。喷墨打印技术包括由远藤(Endo)等人在 GB2007162(1979)中和奥特(Vaught)等人在美国专利 4490728 中披露的那些技术。上两个参考文件披露的喷墨打印技术都依赖于电热式致动器的激活,这种激活导致在狭小空间(如喷嘴)中形成气泡,从而导致墨料从连接到该狭小空间上的一个孔中喷射到相关打印介质上。如佳能(Canon)和惠普(Hewlett Packard)等制造商制造了利用电热式致动器的打印装置。

[0009] 如从前述内容中可见,许多不同类型的打印技术是可用的。理想地,一种打印技术

应具有多个希望的属性。这些包括廉价的构造和运行、高速运行、安全且连续的长期运行等。每项技术可能在成本、速度、品质、可靠性、功率使用、构造运行的简单性、耐用性以及消耗方面具有其自身的优点及缺点。

[0010] 本申请人已披露了过多的页宽打印头设计。当与更传统的横移式喷墨打印头比较时,跨越页宽延伸的固定式页宽打印头呈现出多种独特的设计挑战。例如,页宽打印头典型地由多个单独的打印头集成电路(IC)构建,这些集成电路必须进行无缝连接以便提供高的打印品质。本申请人至今已描述了具有经移位的喷嘴截面的多种打印头,该截面使得多个喷嘴排能够在邻接的打印头集成电路之间跨越页宽进行无缝打印(参见第7,390,071号和7,290,852号美国专利,这些专利的内容通过引用结合在此)。页宽打印的其他方法(如HP Edgeline™技术)使用交错的打印头模块,这不可避免地增加了打印区的尺寸并且额外地需要介质馈送机构以便维持与打印区的适当对齐。希望提供一种替代的喷嘴设计,该喷嘴设计允许一种用于构造页宽打印头的新方法。

[0011] 典型地,页宽打印头包括多个“冗余的”喷嘴排,这些喷嘴排可用于死喷嘴补偿或用于调整打印头的峰值功率需求(参见第7,465,017和7,252,353号美国专利,这些专利的内容通过引用结合在此)。与横向打印头相反,死喷嘴补偿是固定式页宽打印头中的特殊问题,因为介质衬底在打印期间仅单次通过打印头中的每个喷嘴。冗余性不可避免地增加了页宽打印头的成本和复杂性,并且希望的是在仍提供用于死喷嘴补偿的适当机构的同时最大程度地减少一个或多个冗余喷嘴排。

[0012] 进一步希望的是提供更多用的页宽打印头,这些页宽打印头能够控制(例如)墨滴的布置和/或点分辨率。

[0013] 进一步希望的是提供具有MEMS和CMOS层的替代集成化的打印头。尤其希望的是最大程度地减少不希望的“接地反弹”现象并由此改进打印头的总体电气效率。

发明内容

[0014] 在第一方面,提供了一种喷墨喷嘴组件,该喷墨喷嘴组件包括:

[0015] 用于容纳墨料的一个喷嘴腔,该喷嘴腔包括一个腔底和一个腔顶,该腔顶具有限定于其中的一个喷嘴开口;以及

[0016] 多个可移动桨状物,这些可移动桨状物限定了该腔顶的至少一部分,该多个桨状物是可致动的以便致使墨滴从该喷嘴开口中喷射出,每个桨状物包括一个热弯曲式致动器,该热弯曲式致动器包括:

[0017] 一个上部热弹性横梁,该上部热弹性横梁被连接到驱动电路系统上;以及

[0018] 一个下部被动横梁,该下部被动横梁被熔融到该热弹性横梁上,这样使得当电流通过该热弹性横梁时,该热弹性横梁相对于该被动横梁膨胀,从而致使一个对应的桨状物朝着该喷嘴腔的腔底弯曲,

[0019] 其中每个致动器是对应的驱动电路系统而独立地可控制的,这样使得墨滴从该喷嘴开口中喷射出的方向是由每个桨状物的独立移动可控制的。

[0020] 如在此使用的术语“喷嘴组件”和“喷嘴”可互换使用。因此,“喷嘴组件”或“喷嘴”是指一种在致动时喷射出墨滴的装置。“喷嘴组件”或“喷嘴”通常包括一个具有喷嘴开口的喷嘴腔以及至少一个致动器。

[0021] 任选地,该喷嘴组件被布置在一个衬底上,并且其中该衬底的一个钝化层限定了该喷嘴腔的腔底。

[0022] 任选地,该腔顶与该腔底是分隔开的并且多个侧壁在该腔顶与该腔底之间延伸以便限定该喷嘴腔。

[0023] 任选地,该喷嘴组件包括一对相对的浆状物,这些浆状物被定位在该喷嘴开口的任一侧上。

[0024] 任选地,该喷嘴组件包括两对相对的浆状物,这些浆状物是相对于该喷嘴开口进行定位的。

[0025] 任选地,这些浆状物是相对于该喷嘴开口可移动的。

[0026] 任选地,每个浆状物限定了该喷嘴开口的一个节段,这样使得该喷嘴开口和这些浆状物是相对于该腔底可移动的。

[0027] 任选地,该热弹性横梁由一种钒铝合金构成。

[0028] 任选地,该被动横梁由至少一种选自下组的材料构成,该组由以下各项组成:氧化硅、氮化硅以及氮氧化硅。

[0029] 任选地,该被动横梁包括由氧化硅构成的一个第一上部被动横梁以及由氮化硅构成的一个第二下部被动横梁。

[0030] 任选地,该腔顶被涂布有一种聚合材料。这种聚合材料可以被配置成在每个浆状物与该腔顶的一个固定部分之间提供一种机械密封,从而最大程度地减小这些浆状物的致动期间的墨料泄漏。可替代地,这种聚合材料可以具有限定在其中的多个开口,这样使得在每个浆状物与该腔顶的一个固定部分之间存在一种流体密封。

[0031] 任选地,这种聚合材料由一种聚合硅氧烷构成。

[0032] 任选地,这种聚合硅氧烷是选自聚倍半硅氧烷和聚二甲基硅氧烷组成的组中。

[0033] 任选地,这些致动器是通过控制以下至少一项而独立地可控制的:

[0034] 通向每个致动器的多个驱动信号的定时(timing),以便提供该多个浆状物的协调移动;以及

[0035] 通向每个致动器的多个驱动信号的功率。

[0036] 任选地,驱动信号的功率是由以下至少一项控制的:

[0037] 这些驱动信号的电压;以及

[0038] 这些驱动信号的脉冲宽度。

[0039] 在与该第一方面有关的进一步的方面中,提供了一种喷墨打印头集成电路,该集成电路包括:

[0040] 一个包括驱动电路系统的衬底;以及

[0041] 布置在该衬底上的多个喷墨喷嘴组件,每个喷墨喷嘴组件包括:

[0042] 用于容纳墨料的一个喷嘴腔,该喷嘴腔包括由该衬底的上表面限定的一个腔底以及一个腔顶,该腔顶中限定了一个喷嘴开口;以及

[0043] 多个可移动浆状物,这些浆状物限定了该腔顶的至少一部分,该多个浆状物是可致动的以便致使墨滴从该喷嘴开口喷射出,每个浆状物包括一个热弯曲式致动器,该热弯曲式致动器包括:

[0044] 连接到该驱动电路系统上的一个上部热弹性横梁;以及

[0045] 一个下部被动横梁,该下部被动横梁被熔融到该热弹性横梁,这样使得当电流通过该热弹性横梁时,该热弹性横梁相对于该被动横梁膨胀,从而导致一个对应的浆状物朝着该喷嘴腔的腔底弯曲,

[0046] 其中每个致动器通过对应的驱动电路系统是独立地可控制的,这样使得墨滴从该喷嘴开口中喷射出的方向是通过每个浆状物的独立移动可控制的。

[0047] 任选地,该衬底的上表面是由一个钝化层限定的,该钝化层被布置在一个驱动电路系统层上。

[0048] 在第二方面,提供了一种固定式页宽喷墨打印头,该打印头由在页宽上端对端地对接的多个打印头集成电路构成,该打印头包括沿该打印头的纵向轴线延伸的一个或多个喷嘴排,每个喷嘴排包括多个喷嘴,其中这些喷嘴中的一个或多个各自被配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴。

[0049] 任选地,该一个或多个喷嘴各自可配置成沿该纵向轴线在 2、3、4、5、6 或 7 个不同点位置上发射墨滴。

[0050] 任选地,每个喷嘴可配置成在具有预定尺寸的一个二维区内多个预定的不同点位置上发射墨滴。

[0051] 任选地,该区是大致上圆形的或大致上椭圆形的,并且其中该区的质心与该喷嘴的质心相对应。

[0052] 任选地,该一个或多个喷嘴可配置成在一个主要点位置 and 该主要点位置的任一侧上的至少一个次要点位置上发射墨滴。

[0053] 任选地,一个第一组中的每个喷嘴被配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,其中该第一组中的每个喷嘴定位在该打印头中的一个死喷嘴的两个喷嘴节距之内,其中一个喷嘴节距被定义为同一喷嘴排中的一对喷嘴之间的最小纵向距离。

[0054] 任选地,一个喷嘴排中的每个喷嘴被配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,这样使得打印点密度超过了该打印头的喷嘴密度。

[0055] 任选地,对接的每对打印头集成电路限定了一个联接区域,并且其中跨越该联接区域的喷嘴节距超过了一个喷嘴节距,一个喷嘴节距被定义为同一喷嘴排中的一对喷嘴之间的最小纵向距离。

[0056] 任选地,其中一个第二组中的每个喷嘴被配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,该多个预定点位置包括在该联接区域内的至少一个点位置。

[0057] 在第三方面,提供了一种固定式页宽喷墨打印头,该打印头包括沿该打印头的纵向轴线延伸的一个或多个喷嘴排,其中每个喷嘴被配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,这样使得打印点密度超过了该打印头的喷嘴密度。

[0058] 任选地,每个喷嘴可配置成沿该纵向轴线在 2、3、4、5、6 或 7 个不同点位置上发射墨滴。

[0059] 任选地,每个喷嘴可配置成沿该打印头的横向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴。

[0060] 任选地,该打印点密度为该打印头的喷嘴密度的至少两倍。

[0061] 任选地,每个喷嘴被配置成在一个行时间 (line-time) 内发射一次以上,其中一个行时间被定义为打印介质前进通过该打印头一个行所花费的时间。

[0062] 在第四方面,提供了一种固定式页宽喷墨打印头,该打印头包括沿该打印头的纵向轴线延伸的一个或多个喷嘴排,其中每个喷嘴可配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,每个喷嘴具有与其相关联的一个主要点位置,其中该打印头被配置成通过从与一个死喷嘴位于同一喷嘴排中的一个选定的起作用的喷嘴进行打印来补偿这个死喷嘴,该选定的起作用的喷嘴被配置成在与这个死喷嘴相关联的主要点位置上发射至少一些墨滴并且在其自身的主要点位置上发射至少一些墨滴。

[0063] 任选地,该选定的起作用的喷嘴位于与这个死喷嘴相距一个、两个、三个或四个喷嘴节距的距离处,其中一个喷嘴节距被定义为同一喷嘴排中的一对喷嘴之间的最小纵向距离。

[0064] 任选地,该打印头被配置成通过以下步骤来补偿这个死喷嘴:

[0065] 识别出这个死喷嘴;

[0066] 选择一个起作用的喷嘴来补偿这个死喷嘴;并且

[0067] 将所选定的起作用的喷嘴配置成在与这个死喷嘴相关联的主要点位置上发射至少一些墨滴。

[0068] 任选地,该选定的起作用的喷嘴被配置成在一个行时间的时段内在与这个死喷嘴相关联的主要点位置发射第一墨滴、并且在其自身的主要点位置上发射第二墨滴,其中一个行时间被定义为打印介质前进通过该打印头一个行所花费的时间。

[0069] 任选地,每个喷嘴进一步可配置成沿该打印头的横向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴。

[0070] 任选地,该选定的起作用的喷嘴被配置成在超过一个行时间而小于五个行时间的时段中在与这个死喷嘴相关联的主要点位置上发射第一墨滴并且在其自身的主要点位置上发射第二墨滴。

[0071] 任选地,垂直于该打印头的墨料喷射面喷射出的每个墨滴导致该墨滴落在一个对应的主要点位置上。

[0072] 任选地,该打印头被配置成通过从对应的多个选定的起作用的喷嘴进行打印来补偿多个死喷嘴。

[0073] 任选地,该打印头不具有冗余的喷嘴排。

[0074] 在与该第四方面有关的一个进一步的方面,提供了一种用于固定式页宽喷墨打印头的打印头集成电路,该打印头集成电路包括沿其纵向轴线延伸的一个或多个喷嘴排,其中每个喷嘴被配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,每个喷嘴具有与其相关联的一个主要点位置,其中该打印头集成电路被配置成通过从与一个死喷嘴定位于同一喷嘴排中的一个选定的起作用的喷嘴进行打印来补偿这个死喷嘴,该选定的起作用的喷嘴被配置成在与这个死喷嘴相关联的主要点位置上发射至少一些墨滴并且在其自身的主要点位置上发射至少一些墨滴。

[0075] 在第五方面,提供了一种固定式页宽喷墨打印头,该打印头包括沿该打印头的纵向轴线延伸的一个或多个喷嘴排,该打印头由多个打印头模块构成,这些打印头模块具有跨越页宽而对接的、相反的第一和第二端部,对接的每对打印头模块限定一个公共联接区域,其中跨越该联接区域的喷嘴节距超过了一个喷嘴节距,一个喷嘴节距被定义为同一喷嘴排中的一对喷嘴之间的最小纵向距离,并且其中位于一个对接对中的第一打印头模块的

第一端部处的至少一个第一喷嘴被配置成将墨滴发射到一个对应的联接区域之中。

[0076] 任选地,位于该对接对中的第二打印头模块的第二端部处的至少一个第二喷嘴被配置成将墨滴发射到该对应的联接区域中,这样使得来自多个邻接的打印头模块的相对的第一端部和第二端部中的第一和第二喷嘴将墨滴发射到该公共联接区域之中。

[0077] 任选地,每个第一喷嘴被配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,该多个预定的不同点位置包括在该联接区域内的至少一个点位置。

[0078] 任选地,每个第一和第二喷嘴被配置成沿该纵向轴线在对应的多个预定的不同点位置上发射对应的墨滴,对应的多个预定的不同点位置各自包括在该联接区域内的至少一个点位置。

[0079] 任选地,该联接区域中的点距与一个喷嘴节距大致相同。

[0080] 任选地,每个第一及第二喷嘴被配置成在一个行时间的时段内发射一次以上,其中一个行时间被定义为打印介质通过该打印头一个行所花费的时间。

[0081] 任选地,朝着该第一端部定位的多个喷嘴被配置成偏向该第一端部发射墨滴,并且朝着第二端部定位的多个喷嘴被配置成偏向该第二端部发射墨滴。

[0082] 任选地,偏斜程度取决于每个喷嘴与对应的打印头模块的中心的距离,这样使得更靠近该中心定位的多个喷嘴以小于更远离该中心定位的多个喷嘴的偏斜程度来发射墨滴。

[0083] 任选地,平均点距大于一个喷嘴节距。

[0084] 任选地,平均点距比一个喷嘴节距大出了不到 1%。

[0085] 任选地,除非补偿一个死喷嘴,否则该打印头中的每个喷嘴被配置成在仅一个点位置上发射墨滴。

[0086] 在第六方面,提供了一种打印头集成电路(IC),该打印头集成电路包括沿其纵向轴线延伸的一个或多个喷嘴排,该打印头 IC 具有用于与其他打印头 IC 对接地接合从而限定页宽打印头的第一端部和第二端部,每个喷嘴具有与其相关联的一个主要点位置,其中定位在该第一端部处的至少一个第一喷嘴被配置成除了在其自身的主要点位置上发射至少一些墨滴之外、还偏向该第一端部发射至少一些墨滴。

[0087] 任选地,定位在该第二端部处的至少一个第二第一喷嘴被配置成除了在其自身的主要点位置上发射至少一些墨滴之外、还偏向该第二端部发射至少一些墨滴。

[0088] 任选地,该第一喷嘴被配置成在一个行时间或更少的时段内偏向该第一端部发射一个墨滴并且在其自身的主要点位置上发射一个墨滴,其中一个行时间被定义为打印介质前进通过该打印头 IC 一个行所花费的时间。

[0089] 任选地,每个第二喷嘴被配置成在一个行时间或更少的时段内偏向该第二端部发射一个墨滴并且在其自身的主要点位置上发射一个墨滴。

[0090] 任选地,该打印头 IC 的喷嘴节距与打印点的点距相同,其中该打印头 IC 的喷嘴节距被定义为同一喷嘴排中的一对喷嘴之间的纵向距离,并且点距被定义为同一打印行中的一对点之间的纵向距离。

[0091] 任选地,该第一喷嘴被配置成在偏向该第一端部为 1 个喷嘴节距与 3 个喷嘴节距之间的距离的情况下发射至少一些墨滴。

[0092] 任选地,每个喷嘴排在该第一端部处的一个第一联接区域与该第二端部处的一个

第二联接区域之间延伸。

[0093] 任选地,该第一联接区域和该第二联接区域具有的宽度被定义为在该打印头 IC 的一个边缘与一个喷嘴之间的最小距离。

[0094] 任选地,该第一联接区域具有的宽度在 0.5 个喷嘴节距与 3.5 个喷嘴节距之间,并且该第二联接区域具有的宽度在 0.5 个喷嘴节距与 3.5 个喷嘴节距之间

[0095] 任选地,当该打印头 IC 为固定时,至少一个喷嘴排的可打印区是长于该喷嘴排的纵向范围。

[0096] 在第七方面,提供了一种用于固定式页宽打印头的打印头集成电路 (IC),该打印头 IC 包括沿其纵向轴线延伸的至少一个喷嘴排,其中对应于该喷嘴排的可打印区的长度是长于该喷嘴排的长度。

[0097] 任选地,该可打印区的长度比该喷嘴排的长度长出了至少一个喷嘴节距,其中一个喷嘴节距被定义为在该喷嘴排中的一对喷嘴之间的最小纵向距离。

[0098] 任选地,该可打印区是直至比该喷嘴排长出八个喷嘴节距。

[0099] 任选地,该可打印区对应于由该喷嘴排打印出的一行点。

[0100] 任选地,该打印头包括多个喷嘴排,其中对应于各自喷嘴排的可打印区的长度是长于每个喷嘴排的长度。

[0101] 任选地,该可打印区延伸超过了该喷嘴排的每个端部。

[0102] 任选地,定位于该打印头 IC 的一个第一端部处的至少一个第一喷嘴被配置成偏向该第一端部发射墨滴。

[0103] 任选地,偏斜程度取决于每个喷嘴与该第一端部的距离,这样使得与该第一端部更靠近地定位的多个喷嘴在与该第一端部更远定位的多个喷嘴相比更为偏向该第一端部的情况下发射墨滴。

[0104] 任选地,定位于该打印头 IC 的一个相反的第二端部处的至少一个第二喷嘴被配置成偏向该第二端部发射墨滴。

[0105] 任选地,偏斜程度取决于每个喷嘴与该打印头 IC 的中心的距离,这样使得更为靠近该中心而定位的多个喷嘴以与更为远离该中心定位的多个喷嘴相比而言更小的偏斜程度来发射墨滴。

[0106] 任选地,位于该打印头 IC 的中心区域中的多个喷嘴被配置成大致上垂直于该打印头 IC 的墨料喷射面来发射墨滴。

[0107] 任选地,该可打印区中的平均点距大于一个喷嘴节距。

[0108] 任选地,该平均点距比一个喷嘴节距大出了不到 1%。

[0109] 任选地,除非补偿一个死喷嘴,否则该打印头中的每个喷嘴都被配置成在仅一个点位置上发射墨滴。

[0110] 在第八方面,提供了一种用于控制墨滴从喷墨喷嘴中喷射出的方向的方法,该喷墨喷嘴包括:一个喷嘴腔,该喷嘴腔具有一个腔顶,一个喷嘴开口被限定在其中;以及多个可移动桨状物,这些可移动桨状物限定了该腔顶的至少一部分,每个桨状物包括一个热弯曲式致动器,该方法包括以下步骤:

[0111] 通过对应的第一驱动电路系统来致动一个第一热弯曲式致动器,这样使得一个对应的第一桨状物朝着该喷嘴腔的一个腔底弯曲;

[0112] 通过对应的第二驱动电路系统来致动一个第二热弯曲式致动器,这样使得一个对应的第二浆状物朝着该喷嘴腔的一个腔底弯曲;并且

[0113] 由此从该喷嘴开口中喷射出墨滴,

[0114] 其中该第一热弯曲式致动器和该第二热弯曲式致动器的致动是通过该第一驱动电路系统和该第二驱动电路系统独立地控制的,以便控制墨滴从该喷嘴开口中喷射出的方向。

[0115] 任选地,该第一致动器和该第二致动器通过控制以下至少一项而独立地进行控制:

[0116] 通向第一致动器和该第二致动器中每一个的多个驱动信号的定时,以便提供该多个浆状物的协调移动;以及

[0117] 通向这些致动器中每一个的多个驱动信号的功率,以便造成该多个浆状物的不对称移动。

[0118] 任选地,在该第二致动器之前致动该第一致动器以便在一个第一方向上提供墨滴喷射,或在该第一致动器之前致动该第二致动器以便在一个第二方向上提供墨滴喷射。

[0119] 任选地,供应给该第一致动器的功率大于供应给该第二致动器的功率,或供应给该第二致动器的功率大于供应给该第一致动器的功率。

[0120] 任选地,驱动信号的功率是由以下至少一项控制的:

[0121] 这些驱动信号的电压;以及

[0122] 这些驱动信号的脉冲宽度。

[0123] 任选地,两对相对的浆状物是相对于该喷嘴开口定位的。

[0124] 任选地,该方法进一步包括以下进一步的步骤:

[0125] 通过对应的第一驱动电路系统来致动一个第三热弯曲式致动器,这样使得一个对应的第三浆状物朝着该喷嘴腔的一个腔底弯曲;

[0126] 通过对应的第二驱动电路系统来致动一个第四热弯曲式致动器,这样使得一个对应的第二浆状物朝着该喷嘴腔的一个腔底弯曲,

[0127] 其中该第一、第二、第三以及第四热弯曲式致动器的致动是通过对应的第一、第二、第三以及第四驱动电路系统独立地控制的,以便控制墨滴从该喷嘴开口中喷射出的方向。

[0128] 任选地,这些浆状物是相对于该喷嘴开口可移动的。

[0129] 任选地,每个浆状物限定了该喷嘴开口的一个节段,这样使得该喷嘴开口和这些浆状物是相对于该腔底可移动的。

[0130] 在第九方面,提供了一种对固定式页宽打印头中的一个死喷嘴进行补偿的方法,该打印头具有沿该打印头的纵向轴线延伸的一个或多个喷嘴排,每个喷嘴包括多个热弯曲式致动的浆状物,这些浆状物可配置成沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,每个喷嘴具有与其相关联的一个主要点位置,该方法包括以下步骤:

[0131] 识别出这个死喷嘴;

[0132] 选择与这个死喷嘴位于同一喷嘴排中的一个起作用的喷嘴;并且

[0133] 从该选定的起作用的喷嘴在与这个死喷嘴相关联的主要点位置上发射至少一些墨滴。

[0134] 任选地,该方法进一步包括以下步骤:

[0135] 从该选定的起作用的喷嘴在其自身的主要点位置上发射至少一些墨滴。

[0136] 任选地,该选定的起作用的喷嘴被定位在与这个死喷嘴相距一个、两个、三个或四个喷嘴节距的距离处,其中一个喷嘴节距被定义为同一喷嘴排中的一对喷嘴之间的最小纵向距离。

[0137] 任选地,该方法进一步包括以下步骤:

[0138] 使打印介质在一个行时间的时段内以横向前进经过该固定打印头一个行;

[0139] 从该选定的起作用的喷嘴在与这个死喷嘴相关联的主要点位置上发射第一墨滴;并且

[0140] 从该选定的起作用的喷嘴在其自身的主要点位置上发射第二墨滴,

[0141] 其中该选定的起作用的喷嘴在一个行时间的时段内发射该第一墨滴和该第二墨滴。

[0142] 任选地,该选定的起作用的喷嘴以任意顺序发射该第一墨滴和该第二墨滴。

[0143] 任选地,每个喷嘴进一步可配置成沿该打印头的横向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴。

[0144] 任选地,该方法进一步包括以下步骤:

[0145] 使一个打印介质以每个行时间一个行的速率横向前进经过该固定式打印头;

[0146] 从该选定的起作用的喷嘴在与这个死喷嘴相关联的主要点位置上发射第一墨滴;并且

[0147] 从该选定的起作用的喷嘴在其自身的主要点位置上发射一个第二墨滴,

[0148] 其中该选定的起作用的喷嘴在超过一个行时间而不到五个行时间的时段内发射该第一墨滴和该第二墨滴。

[0149] 任选地,通过检测对应于这个死喷嘴的一个或多个致动器的电阻来识别出这个死喷嘴。

[0150] 在第十方面,提供了一种在固定式页宽打印头中以超过了喷嘴密度的一个点密度进行打印的方法,该固定式页宽打印头由跨越页宽而端对端地对接的多个打印头集成电路构成,该打印头具有沿其纵向轴线延伸的至少一个喷嘴排,该方法包括以下步骤:

[0151] 使一种打印介质以每个行时间一个行的速率横向前进经过该固定式打印头;

[0152] 从该喷嘴排中的多个预定喷嘴发射墨滴以形成多个连续的打印行,

[0153] 其中这些预定喷嘴中的至少一些各自在一个行时间的时段内沿该纵向轴线在多个预定的不同点位置上发射墨滴,这样使得每个打印行中的打印点密度超过了喷嘴密度。

[0154] 在第十一方面,提供了一种喷墨打印头,该喷墨打印头包括:

[0155] 一个衬底,该衬底包括一个驱动电路系统层;

[0156] 多个喷嘴组件,该多个喷嘴组件被布置在该衬底的上表面上并且安排在沿该打印头纵向延伸的一个或多个喷嘴排中,每个喷嘴组件包括:一个喷嘴腔,该喷嘴腔具有由该上表面限定的一个腔底;与该腔底分隔开的一个腔顶;以及一个致动器,该致动器用于从限定在该腔顶中的一个喷嘴开口中喷射墨料;

[0157] 一个喷嘴板,该喷嘴板延伸跨过该打印头,该喷嘴板至少部分地限定了这些腔顶;以及

[0158] 被布置在该喷嘴板上的至少一个导电轨道,该导电轨道沿该打印头纵向延伸并且与这些喷嘴排平行,其中该导电轨道经由在该驱动电路系统层与该导电轨道之间延伸的多个导体桩而连接到该驱动电路系统层中的一个公共参考平面。

[0159] 任选地,该公共参考平面限定一个接地平面或一个电源平面。

[0160] 任选地,该打印头包括至少一个第一导电轨道,其中该第一导电轨道被直接连接到在邻近该第一导电轨道的至少一个喷嘴排中的多个致动器上。

[0161] 任选地,该打印头进一步包括至少一个第二导电轨道,其中该第二导电轨道并不直接连接到任何致动器。

[0162] 任选地,该第一导电轨道沿该打印头连续地延伸,以便针对在该喷嘴排中的各个致动器提供一个公共参考平面。

[0163] 任选地,该第一导电轨道沿该打印头不连续地延伸,以便针对在该喷嘴排中的一组致动器提供一个公共参考平面。

[0164] 任选地,该第一导电轨道被定位在对应的一对喷嘴排之间,该第一导电轨道针对在该对中的两个喷嘴排中的多个致动器提供该公共参考平面。

[0165] 任选地,每个致动器具有直接连接到该第一导电轨道上的一个第一终端和连接到该驱动电路系统层中的一个驱动晶体管上的一个第二终端。

[0166] 任选地,每个腔顶包括至少一个致动器,并且每个致动器的该第一终端经由相对于该第一导电轨道横向地延伸跨越该喷嘴板的多个横向连接器而连接到该第一导电轨道。

[0167] 任选地,该第二终端经由在该驱动电路系统层与该第二终端之间延伸的一个致动器桩而连接到该驱动晶体管。

[0168] 任选地,这些致动器桩是垂直于该第一导电轨道的平面。

[0169] 任选地,每个腔顶包括至少一个可移动桨状物,该可移动桨状物包括一个对应的热弯曲式致动器,该桨状物朝着一个对应的喷嘴腔的腔底是可移动的,以便致使墨料从该喷嘴开口中喷射出,其中该热弯曲式致动器包括:

[0170] 一个上部热弹性横梁,该上部热弹性横梁具有第一终端和第二终端;以及

[0171] 一个下部被动横梁,该下部被动横梁被熔融到该热弹性横梁上,这样使得当电流通过该热弹性横梁时,该热弹性横梁相对于该被动横梁膨胀,从而导致一个对应的桨状物朝着该喷嘴腔的腔底弯曲。

[0172] 任选地,该热弹性横梁与该导电轨道是共面的。

[0173] 任选地,该热弹性横梁和该导电轨道由相同的材料构成。

[0174] 任选地,该喷嘴板由一种陶瓷材料构成。

[0175] 任选地,该驱动电路系统层对每个致动器包括一个驱动场效应晶体管(FET),每个驱动FET包括:一个栅极,该栅极用于接收一个逻辑发射信号;一个源极,该源极与一个电源平面电气联通;以及一个漏极,该漏极与一个接地平面电气联通,该驱动FET是以下之一:

[0176] pFET,其中该致动器被连接在其漏极与该接地平面之间;或

[0177] nFET,其中该致动器被连接在电源平面与其源极之间。

[0178] 任选地,该驱动FET是pFET且该第一导电轨道提供该接地平面;并且进一步地,其中该致动器的该第一终端连接到该第一导电轨道上且该致动器的该第二终端连接到该

pFET 的漏极上。

[0179] 任选地,该第二导电轨道提供该电源平面且连接到该 pFET 的源极上。

[0180] 任选地,该驱动 FET 是 nFET 且该第一导电轨道提供电源平面;并且进一步地,其中该致动器的该第一终端连接到该第一导电轨道上且该致动器的该第二终端连接到该 nFET 的源极上。

[0181] 任选地,该第二导电轨道提供该接地平面且连接到该 nFET 的漏极上。

[0182] 在第十二方面,提供了一种用于喷墨打印头的打印头集成电路(IC),该打印头集成电路包括:

[0183] 一个衬底,该衬底包括一个驱动电路系统层;

[0184] 多个喷嘴组件,该多个喷嘴组件被布置在该衬底的上表面上并且被安排在沿该打印头 IC 纵向延伸的一个或多个喷嘴排中,每个喷嘴组件包括:一个喷嘴腔,该喷嘴腔具有由该上表面限定的一个腔底;与该腔底分隔的一个腔底;以及一个致动器,该致动器用于从限定在该腔顶中的一个喷嘴开口中喷射墨料;

[0185] 一个喷嘴板,该喷嘴板延伸跨过该打印头 IC,该喷嘴板至少部分地限定了这些腔顶;以及

[0186] 熔融到该喷嘴板上的至少一个导电轨道,该导电轨道沿该打印头纵向延伸并且与这些喷嘴排平行,其中该导电轨道经由在该驱动电路系统层与该导电轨道之间延伸的多个导体桩而连接到在该驱动电路系统层中的一个公共参考平面。

[0187] 任选地,该公共参考平面限定一个接地平面或一个电源平面。

[0188] 任选地,该导电轨道被布置在该喷嘴板之上或之下。

附图说明

[0189] 现将参考附图仅以举例方式来描述本发明的多个任选实施例,在附图中:

[0190] 图 1 为在形成喷嘴腔侧壁的第一步骤序列之后的一个部分制成的喷墨喷嘴组件的截面侧视图;

[0191] 图 2 为图 4 所示的部分制成的喷墨喷嘴组件的透视图;

[0192] 图 3 为在向喷嘴腔填充聚酰亚胺的第二步骤序列之后的一个部分制成的喷墨喷嘴组件的截面侧视图;

[0193] 图 4 为图 3 所示的部分制成的喷墨喷嘴组件的透视图;

[0194] 图 5 为在形成连接器桩直至腔腔顶的第三步骤序列之后的一个部分制成的喷墨喷嘴组件的截面侧视图;

[0195] 图 6 为图 5 所示的部分制成的喷墨喷嘴组件的透视图;

[0196] 图 7 为在形成导电金属板的第四步骤序列之后的一个部分制成的喷墨喷嘴组件的截面侧视图;

[0197] 图 8 为图 7 所示的部分制成的喷墨喷嘴组件的透视图;

[0198] 图 9 为在形成热弯曲式致动器的主动横梁构件的第五步骤序列之后的一个部分制成的喷墨喷嘴组件的截面侧视图;

[0199] 图 10 为图 9 所示的部分制成的喷墨喷嘴组件的透视图;

[0200] 图 11 为在形成一个包括该热弯曲式致动器的移动腔顶部分的第六步骤序列之后

的一个部分制成的喷墨喷嘴组件的截面侧视图；

[0201] 图 12 为图 11 所示的部分制成的喷墨喷嘴组件的透视图；

[0202] 图 13 为在疏水聚合物层被沉积且被光学图案化 (photopattern) 的第七步骤序列之后的一个部分制成的喷墨喷嘴组件的截面侧视图；

[0203] 图 14 为图 13 所示的部分制成的喷墨喷嘴组件的透视图；

[0204] 图 15 为完全形成的喷墨喷嘴组件的截面侧视图；

[0205] 图 16 为图 15 所示的喷墨喷嘴组件的局部透视图；

[0206] 图 17 为具有相对的可移动腔顶浆状物和一个可移动喷嘴开口的一个喷墨喷嘴的平面图；

[0207] 图 18 为具有相对于一个固定喷嘴开口而言可移动的多个相对的腔顶浆状物的一个喷墨喷嘴的平面图；

[0208] 图 19 为用于独立地控制图 17 所示喷墨喷嘴中的这两个致动器的简化电路图。

[0209] 图 20 为包括具有四个可移动的腔顶浆状物的多个喷墨喷嘴的一个打印头的一部分的平面图；

[0210] 图 21 示出了用于图 20 所示喷墨喷嘴之一的二维可打印区；

[0211] 图 22 为被配置成使得打印点密度高于打印头的喷嘴密度的一个喷墨打印头的一部分的侧视图；

[0212] 图 23 为被配置成用于死喷嘴补偿的一个喷墨打印头的一部分的侧视图；

[0213] 图 24 为由五个对接的打印头 IC 构成的一个喷墨打印头的平面图；

[0214] 图 25 为一个单独的打印头 IC 的平面图；

[0215] 图 26 为图 25 所示打印头 IC 的端部区域的透视图；

[0216] 图 27 为在一对如图 25 所示的打印头 IC 之间的联接区域的透视图；

[0217] 图 28 为一对打印头 IC 的联接区域的透视图，该对打印头 IC 包括被配置成用于打印到联接区域中的喷嘴；

[0218] 图 29 为一个打印头 IC 的侧视图，其中可打印区是长于对应的喷嘴排；

[0219] 图 30 为一个打印头 IC 的侧视图，其中多个端部喷嘴被配置成用于打印到对应的联接区域中；

[0220] 图 31 为具有布置在喷嘴板上的导电轨道的一个打印头 IC 的一部分的平面图；

[0221] 图 32 为连接到驱动 pFET 上的一个致动器的简化电路图；

[0222] 图 33 为连接到驱动 nFET 上的一个致动器的简化电路图；并且

[0223] 图 34 为具有被布置在喷嘴板上的导电轨道的一个替代的打印头 IC 的一部分的平面图。

具体实施方式

[0224] 包括可移动腔顶浆状物的喷墨喷嘴组件的制造过程

[0225] 为了完整起见并根据背景，现将描述用于制造一种包括可移动腔顶浆状物的喷墨喷嘴组件（或“喷嘴”）的一个过程，该腔顶浆状物具有一个热弯曲式致动器。图 15 和图 16 所示的已完成的喷墨喷嘴组件 100 使用热弯曲式致动作用，其中喷嘴腔腔顶中的一个可移动浆状物 4 朝着衬底 1 弯曲，从而导致墨料喷射。此制造过程在本申请人较早的第

US2008/0309728 号和 US2008/0225077 号美国公开案中描述,这些公开案的内容通过引用结合在此。然而,将了解的是,对应的制造过程可以用于制造在此描述的任何喷墨喷嘴组件并且甚至制造打印头和打印头集成电路 (IC)。

[0226] MEMS 制造的出发点是具有 CMOS 驱动电路系统的标准 CMOS 晶片,该驱动电路系统布置于一个钝化硅晶片的一个或多个上层之中。在 MEMS 制造过程结束时,此晶片被切成多个单独的打印头集成电路 (IC),其中每个 IC 包括一个 CMOS 驱动电路系统层和多个喷嘴组件。

[0227] 在图 1 及图 2 所示的步骤序列中,最初将 8 微米的氧化硅层沉积于衬底 1 的上表面上。氧化硅的深度限定了用于喷墨喷嘴的一个喷嘴腔 5 的深度。在该 SiO_2 层沉积之后,将其进行蚀刻以限定多个壁 4,在图 2 中最清楚地示出,这些壁将变成喷嘴腔 5 的侧壁。

[0228] 如图 3 和图 4 所示,接着用光致抗蚀剂或聚酰亚胺 6 填充该喷嘴腔 5,该光致抗蚀剂或聚酰亚胺充当用于后续沉积步骤的牺牲型支架。将聚酰亚胺 6 通过标准技术旋转到晶片上、将其进行 UV 固化及/或烤硬并且接着进行化学机械平面化 (CMP),该化学机械平面化在该 SiO_2 壁 4 的顶表面处停止。

[0229] 在图 5 和图 6 中,形成该喷嘴腔 5 的腔顶 7、以及向下延伸到多个电极 2 的多个高导电性致动器桩 8。最初,将 1.7 微米的 SiO_2 层沉积于聚酰亚胺 6 和壁 4 上。此 SiO_2 层限定了喷嘴腔 5 的腔顶 7。接下来,通过使用标准的各向异性 DRIE,在壁 4 中形成一对过孔,向下到达这些电极 2。这个蚀刻使这一对电极 2 通过各自的过孔而暴露出。接下来,通过使用化学镀,用高导电金属如铜来填充这些过孔。对沉积的铜桩 8 进行 CMP,在该 SiO_2 腔顶构件 7 上停止,以提供平面结构。可见,在化学镀铜期间形成的铜致动器桩 8 与对应的电极 2 相遇,从而提供了上至腔顶 7 的线性导电路径。

[0230] 在图 7 和图 8 中,通过沉积并蚀刻一个 0.3 微米的铝层而形成多个金属垫 9。可以使用任何高导电金属(如铝、钛等)并且应当以约 0.5 微米或更小的厚度进行沉积,以便不对喷嘴组件的总体平面度造成过于严重的影响。这些金属垫 9 是通过蚀刻而限定的以便被定位在致动器桩 8 上和腔顶构件 7 上、在热弹性主动横梁构件的预定“弯曲区域”中。当然将了解的是,这些金属垫 9 不是严格地必要的,并且图 7 和图 8 所示的步骤序列可从制造过程中消除。

[0231] 在图 9 和图 10 中,一个热弹性主动横梁构件 10 形成于 SiO_2 腔顶 7 上。通过熔融到该主动横梁构件 10 上, SiO_2 腔顶 7 的一部分充当一个机械热弯曲式致动器的下部被动横梁构件 16,该机械热弯曲式致动器是由主动横梁 10 与被动横梁 16 限定的。热弹性主动横梁构件 10 可以由任何适合的热弹性材料(如氮化钛、氮化钛铝以及铝合金)构成。如在 2002 年 12 月 4 日提交的本申请人较早的第 11/607,976 号美国申请中说明的(该申请的内容通过引用结合在此),钒铝合金为优选材料,因为钒铝合金组合了高热膨胀、低密度以及高杨氏模量这些有利性质。

[0232] 为了形成主动横梁构件 10,最初通过标准 PECVD 来沉积一个 1.5 微米的主动横梁材料层。随后,通过使用标准金属蚀刻来蚀刻该横梁材料以限定该主动热弹性横梁构件 10。在完成这种金属蚀刻之后,并且如图 9 和图 10 所示,主动横梁构件 10 包括一个部分喷嘴开口 11 和一个扭曲的横梁元件 12,该横梁元件在每个端部经由这些致动器桩 8 而电气连接到电源和接地电极 2 上。该平面横梁元件 12 从第一(电源)致动器桩的顶部延伸并弯曲

180 度而返回第二（接地）致动器桩的顶部。

[0233] 仍参照图 9 和图 10, 这些金属垫 9 被定位成用于促进在潜在较高电阻的区域中的电流。一个金属垫 9 为被定位在该横梁元件 12 的弯曲区域上、并且被夹在主动横梁构件 10 与被动横梁构件 16 之间。另一金属垫 9 被定位在致动器桩 8 的顶部与横梁元件 12 的端部之间。

[0234] 参照图 11 和图 12, 接着蚀刻 SiO_2 腔顶 7 以在腔顶中完全限定一个喷嘴开口 13 和一个可移动的悬臂桨状物 14。桨状物 14 包括一个热弯曲式致动器 15, 该热弯曲式致动器本身由该主动热弹性横梁构件 10 和下层被动横梁构件 16 构成。喷嘴开口 13 被限定在腔顶的桨状物 14 中, 这样使得该喷嘴开口在致动期间通过该致动器移动。如本申请人的第 11/607, 976 号美国申请（通过引用结合在此）中所述, 喷嘴开口 13 相对于桨状物 14 为固定的构型同样是可能的。

[0235] 该可移动桨状物 14 周围的周边空间或间隙 17 将该桨状物与腔顶的一个固定部分 18 分隔。此间隙 17 允许该可移动桨状物 14 在致动器 15 致动时弯曲到喷嘴腔 5 中并朝向衬底 1 弯曲。

[0236] 参照图 13 和图 14, 接着在整个喷嘴组件上沉积一个聚合物层 19、并且对其进行蚀刻以便再次限定该喷嘴开口 13。如在 US2008/0225077（其内容通过引用结合在此）中所述, 在蚀刻出该喷嘴开口 13 之前, 可以用一个可移除的薄金属层（未示出）来保护该聚合物层 19。

[0237] 聚合物层 19 执行若干功能。首先, 该聚合物层填充了间隙 17 以便在桨状物 14 与腔顶 7 的固定部分 18 之间提供机械密封。假如该聚合物具有足够低的杨氏模量, 则在致动期间防止墨料通过间隙 17 逸出的同时, 该致动器仍可朝衬底 1 弯曲。其次, 该聚合物具有高疏水性, 从而最大程度地减小墨料从相对亲水的喷嘴腔中涌出并淹没该打印头的墨料喷射面 21 的倾向。第三, 该聚合物充当保护层, 从而促进打印头的维护。

[0238] 如在第 12/508, 564 号美国申请（其内容通过引用结合在此）中所述, 聚合物层 19 可以由聚合的硅氧烷（如聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 或来自聚倍半硅氧烷系列的任何聚合物构成。聚倍半硅氧烷通常具有经验式 $(\text{RSiO}_{1.5})_n$, 其中 R 是氢或有机基团, 并且 n 是表示聚合物链的长度的整数。该有机基团可以为 C_{1-12} 烷基（例如甲基）、 C_{1-10} 芳基（例如苯基）或 C_{1-16} 芳烷基（例如苯甲基）。该聚合物链可以具有本领域中已知的任何长度（例如, n 是从 2 至 10, 000、10 至 5000 或 50 至 1000）。合适的聚倍半硅氧烷的具体实例是聚（甲基倍半硅氧烷）和聚（苯基倍半硅氧烷）。

[0239] 回到最后的制造步骤, 并且如图 15 和图 16 所示, 从衬底 1 的后侧直通到喷嘴腔 5 来蚀刻出一个墨料供应通道 20。虽然该墨料供应通道 20 被示出为与图 15 和图 16 中的喷嘴开口 13 对齐, 但当然该墨料供应通道可以定位成与该喷嘴开口是偏离的。

[0240] 在墨料供应通道的蚀刻之后, 通过使用（例如） O_2 等离子进行灰化（前侧灰化或后侧灰化）来移除该填充了喷嘴腔 5 的聚酰亚胺 6, 以便提供喷嘴组件 100。

[0241] 具有相对的一对可移动腔顶桨状物的喷墨喷嘴组件

[0242] 如图 12 中最佳显示, 先前由本申请人描述的喷墨喷嘴组件包括一个可移动桨状物 14 以用于使墨料穿过喷嘴开口 13 喷射出。

[0243] 参照图 17, 该图以平面图示意性地示出了包括一对相对的腔顶桨状物 14A 和 14B

的喷墨喷嘴组件 200。为了清楚起见,上部聚合物层 19 已从在此描述的、以平面图所示出的所有喷墨喷嘴中移除。此外,为了清楚起见,在此描述的所有喷墨喷嘴组件共有的特征被给予相似的参考数字。

[0244] 浆状物 14A 和 14B 各自具有对应的热弯曲式致动器 15A 和 15B,这些热弯曲式致动器以与上述喷墨喷嘴 100 相同的方式由一个上部热弹性横梁和一个下部被动横梁限定。此外,每个热弯曲式致动器(并且因此每个浆状物)通过在衬底 1 的 CMOS 驱动电路系统层中对应的驱动电路系统是独立地可控制的。这允许第一致动器 15A(和因此第一浆状物 14A)独立于第二致动器 15B(和因此第二浆状物 14B)而受到控制。

[0245] 图 17 示出了具有相对的浆状物 14A 和 14B 的一个喷嘴组件 200,其中每个浆状物限定该喷嘴开口 13 的一个节段。因此,在致动期间,喷嘴开口 13 将随着这些浆状物移动。

[0246] 图 18 示出了具有相对的浆状物 14A 和 14B 的替代喷嘴组件 210,其中每个浆状物相对于喷嘴开口 13 是可移动的。换句话说,喷嘴开口 13 被限定在腔顶 7 的固定部分之中。当然,将了解的是,如图 17 和图 18 中所示的两种喷嘴组件 200 和 210 都在本发明的范围之内。

[0247] 图 19 示出了用于控制被供应到喷嘴组件 200 的每个致动器 15A 和 15B 的相对功率量的简单电路图。当使用电位计 202 来改变被供应到致动器 15B 的功率量时,致动器 15A 接收全功率。

[0248] 使用一组不同电位计电阻的实验性测量已证明,不同的最大浆状物速度是通过减小被供应到致动器 15B 的功率量而可实现的。例如,在功率量相等时,最大浆状物速度大约相同。然而,当增加该电位计电阻时,浆状物 14B 的最大浆状物速度相对于浆状物 14A 显著减小。例如,浆状物 14B 的最大浆状物速度可以减小到浆状物 14A 的最大浆状物速度的 75% 以下、50% 以下或 25% 以下。

[0249] 最大浆状物速度的这种差异进而对墨滴方向性具有很显著的影响。因此,通过控制被供应到每个致动器 15A 和 15B 的相对功率量,可以控制墨滴从喷嘴开口 13 中喷射出的方向。在实验中,墨滴方向可以偏斜在打印页面上的上至约 4 个点距。因此,从一个喷嘴可实现为 -4、-3、-2、-1、0、+1、+2、+3 以及 +4 的点距(以及所有介于其间的非整数点位置),其中“0”被定义为由垂直于墨料喷射面的墨滴喷射所产生的主要点位置。如将在下文更详细地论述,此结果对于页宽喷墨打印头的设计具有重要的衍生影响。

[0250] 当然,对于实验目的来说,使用电位计 202 使得能够容易地调查功率参数的范围。然而,通过作为控制被供应到每个致动器的功率的替代方式或额外方式来控制致动作用的定时也可实现偏斜的墨滴喷射。例如,致动器 15A 可以在致动器 15B 接收其致动信号之前或之后接收其致动信号,从而导致不对称的浆状物移动及偏斜的墨滴喷射。

[0251] 此外,供应到每个致动器的功率可以通过改变驱动信号的脉冲宽度来进行控制。实际上,这种改变被供应到每个致动器的功率的方法在使用 CMOS 驱动电路系统时可能是最可行的,尤其是在希望改变“飞行中的(on-the-fly)”墨滴方向的情况下。

[0252] 具有四个可移动腔顶浆状物的喷墨喷嘴组件

[0253] 图 17 和图 18 所示的喷嘴组件 200 和 210 使得能够沿一条轴线对墨滴喷射的方向进行控制。典型地(且最有用地),此轴线将是细长页宽打印头的纵向轴线,多个喷嘴排沿该轴线延伸。然而,通过使用相对于喷嘴开口安排的两个以上的浆状物可实现对墨滴方向

性的进一步控制。

[0254] 图 20 示出了包括多个喷墨喷嘴组件 220 的一个打印头的一部分,每个喷嘴组件 220 包括相对于该固定喷嘴开口 13 安排的四个可移动桨状物 14A、14B、14C 以及 14D。从喷嘴腔的侧壁伸出的多个阻尼柱 221 辅助控制墨滴喷射特征和腔的再填充,尤其是在致动器之一失效的情况下。

[0255] 在图 20 所示的四个桨状物安排中,墨滴喷射可以通过这四个桨状物的协调移动而沿一条或两条轴线(纵向轴线和横向轴线)偏斜。因此,墨滴可以被喷射在打印介质的二维区上的任何位置上,该位置典型地是在其质心处具有发射喷嘴的圆形区或椭圆区。

[0256] 图 21 示出了具有多个喷嘴 220 的一个喷嘴排的一部分,这些喷嘴沿该喷嘴排的纵向轴线彼此间隔一个喷嘴节距的距离。打印介质的椭圆形区 222 示出了这样的区域:定位于该椭圆形区的质心处的一个发射喷嘴(“0”)可以将墨滴发射至该区域上。如图 21 所示,该发射喷嘴(“0”)可以发射在该二维椭圆形区 222 内的任何点位置上。

[0257] 沿横向轴线(即垂直于喷嘴排纵向轴线)发射墨滴的能力意味着,从喷嘴组件 220 喷射墨滴不需要与同一喷嘴排中的其他喷嘴严格地同步发生。典型地,一个页宽打印头中的所有发射喷嘴必须在一个行时间的时段内发射,该行时间是打印介质横向前进通过打印头一个行的距离所花费的时间。然而,具有沿打印头的横向轴线喷射墨滴的能力的一个发射喷嘴可以被配置成在一个打印行经过该喷嘴之前或之后发射墨滴并仍使该墨滴对准该同一打印行。因此,喷嘴组件 220 使得页宽打印头设计能够具有比喷嘴组件 200 和 210 更大的灵活性。

[0258] 此外,多个腔顶桨状物增加了可供每个喷嘴的总喷射动力。因此,四个桨状物的喷嘴设计比两个桨状物或一个桨状物的设计更适合于粘性流体的喷射。类似地,两个桨状物的喷嘴设计比一个桨状物的设计更有效。

[0259] 还可以通过增加致动器横梁的长度和/或提供具有多个转折的蛇纹形致动器横梁来增加每个单独致动器的动力。蛇纹形致动器横梁在本申请人的第 7,611,225 号美国专利中有所描述,该专利的内容通过引用结合在此。因此,本发明还提供适合于喷射具有相对高粘度(例如,比水高的粘度)的流体的高功率喷墨喷嘴。

[0260] 具有高的点密度的喷墨打印头

[0261] 在典型的页宽打印头中,每个发射喷嘴(即,通过由打印头接收的打印数据而选择用于进行发射的喷嘴)在一个行时间内发射一次。此外,每个喷嘴都喷射出墨滴,这样使得墨滴落在与该喷嘴相关联的主要点位置。当一个喷嘴喷射在其相关联的主要点位置上时,墨滴喷射通常是垂直于打印头的墨料喷射面。因此,在传统的页宽打印头中,打印头的喷嘴密度与打印页面的点密度相对应。例如,具有喷嘴节距 n 的一个页宽喷嘴排将打印出具有点距 n 的一行点,其中喷嘴节距和点距分别定义为邻近喷嘴的质心之间的距离和邻近点之间的距离。

[0262] 然而,喷墨喷嘴组件 200、210 以及 220 使得打印头能够被设计成使得,打印点距小于打印头的喷嘴节距,并且因此打印点密度超过了打印头的喷嘴密度。

[0263] 图 22 示出了页宽打印头 230 的一部分,其中打印点距是小于打印头的喷嘴节距。示出了同一喷嘴排中的三个喷嘴 231,这些喷嘴以喷嘴节距 n 间隔开。这些喷嘴各自可以由(例如)喷嘴组件 210(如图 18 中示出)构成。来自每个喷嘴的墨滴沿由箭头 236 表示的

纵向轴线可喷射到打印介质上 235 的多个不同点位置上。如图 22、图 23、图 29 以及图 30 中示出,打印介质 235 被馈送出纸面(即,朝向观察者并相对于打印头或打印头 IC 的纵向轴线为横向的)。

[0264] 仍参照图 22,每个喷嘴 231 被配置成在一个行时间的时段内在两个不同点位置上喷射墨料:一个点位置为由垂直于打印头平面的墨滴喷射所产生的主要点位置 232、另一点位置 234 是由偏斜的墨料喷射所产生的,该偏斜的墨料喷射使得墨滴落在这些主要点位置的中间。因此,产生的点距 d 小于喷嘴节距 n ,这样使得打印点密度超过打印头的喷嘴密度。

[0265] 在图 22 中示出的实例中,喷嘴节距 n 为点距 d 的两倍,但应了解的是,喷嘴节距 n 与点距 d 的任何比率对于打印头都是可配置的以使得 $n > d$ 。例如,如果每个喷嘴在一个行时间内在其主要点位置和两个其他点位置(例如,在主要点位置的任一侧上)打印,那么将实现以 $n = 3d$ 的点距进行打印。

[0266] 可实现的实际点距仅受墨料腔再填充速率相对于打印介质馈送经过打印头的速率的限制。本申请人的建模已显示,在每分钟 60 页时,墨料腔在一个行时间内可以被再填充至少两次,以便允许以典型的固定式页宽打印头通常实现的点密度的两倍来进行打印。当然,减慢打印介质馈送的速率(例如,至 30ppm)将允许更高的点密度。

[0267] 这样,固定的页宽打印头可以实现与扫描式打印头类似的多用途性。在扫描式打印头中,众所周知的是打印点密度可以通过以较低速度打印来增加,因为扫描式打印头跨过每行进行扫描并且根据扫描速度而有机会在许多不同点位置上打印。图 22 示出的固定的页宽打印头 230 具有类似的多用性,并且虽然打印速度比传统的扫描式打印头快得多,但仍能够实现以非常高的点密度(例如,3200dpi)进行打印。

[0268] 死喷嘴补偿

[0269] 本申请人先前已描述了用于固定式页宽打印头中的死喷嘴补偿的机构。如在此所使用,“死喷嘴”表示不喷射任何墨料的喷嘴、或在对墨滴速度或墨滴方向性控制不足的情况下喷射墨料的喷嘴。通常“死喷嘴”是由致动器故障导致的(该故障是经由检测电路系统最容易识别的喷嘴故障原因),但也可能是由喷嘴开口中的不可移除的堵塞物或墨料喷射面上的不可移除的碎屑导致的,这些堵塞或碎片遮盖或部分遮盖了喷嘴开口。

[0270] 典型地,固定式页宽打印头中的死喷嘴补偿需要由冗余的喷嘴排进行打印(如在第 7,465,017 号及第 7,252,353 号美国专利中描述的,这些专利的内容通过引用结合在此)。这具有的缺点在于,该打印头需要冗余的一个或多个喷嘴排,从而不可避免地增加打印头成本。

[0271] 可替代地,死喷嘴的视觉效应可以通过使邻近死喷嘴的一个喷嘴发射(优选“过度工作”)而得到补偿(如在第 6,575,549 号美国专利中描述的,该专利的内容通过引用结合在此)。实际上,这涉及对打印掩模的修改以便最大程度地减小死喷嘴的总体视觉影响。

[0272] 喷墨喷嘴组件 200、210 和 220 使得能够在不需要冗余喷嘴排或改变打印掩模的情况下进行死喷嘴补偿。图 23 示出了一个页宽打印头 240 的一部分,其中通过同一喷嘴排中的一个邻近的起作用的喷嘴 243 对一个死喷嘴 242 进行补偿。

[0273] 示出了同一喷嘴排中的三个喷嘴,这些喷嘴各自由喷嘴组件 210 构成(如图 18 所示)。中央喷嘴 242 是死的或以其他方式出现故障,而在中央喷嘴 242 的任一侧上的邻近喷

嘴 243 和 244 正常地起作用。

[0274] 来自每个起作用的喷嘴 243 和 244 的墨滴沿纵向轴线 236 可喷射在打印介质 235 上（朝观察者馈送，如图 23 中所示）的多个不同点位置。喷嘴 243 在一个行时间的时段内将墨滴喷射在其自身的主要点位置 247 和与死喷嘴 242 相关联的主要点位置 248 上。因此，喷嘴 243 通过在一个行时间的时段内打印两个点来补偿同一喷嘴排中的死喷嘴 242。当然，在后续的行时间中，喷嘴 244 可以代替喷嘴 243 来补偿死喷嘴 242，这样使得喷嘴 243 和 244 一起分担对死喷嘴的补偿工作量。此外，取决于可实现的偏斜墨滴喷射程度，该一个或多个补偿喷嘴不需要直接邻近死喷嘴。例如，该一个或多个补偿喷嘴可以定位成与死喷嘴相距 -4、-3、-2、-1、+1、+2、+3 或 +4 个喷嘴节距，从而使得许多不同喷嘴能够分担对一个死喷嘴的补偿工作量。

[0275] 图 23 示出了需要喷嘴 243 在一个行时间内在其自身的主要点位置 247 并在与死喷嘴 242 相关联的主要点位置 248 上发射墨滴的情景。当然，打印掩模主要指示在一个行时间的时段内需要哪些喷嘴进行发射。假如打印掩模需要死喷嘴在特定的行时间中发射，则一个适合的起作用的喷嘴在不需要在该特定的行时间的时段内在其自身的主要点位置上进行发射的情况下可以优先进行补偿。这样，补偿喷嘴的选择进一步最大程度地减小了对与死喷嘴相邻的多个起作用的喷嘴的需要。实际上，在许多例子中并且根据该打印掩模，有可能避免需要一个补偿喷嘴在一个行时间内发射两次。

[0276] 可替代地，由多个喷嘴组件 220 构成的一个打印头能够在不一定在分配给这个死喷嘴的相同行时间内使补偿喷嘴进行发射的情况下实现死喷嘴补偿。因为喷嘴组件 220 可以发射到具有二维区的任何点位置上（包括沿打印头的横向轴线的点位置），所以对死喷嘴的补偿可以延迟到后一个行时间或提前到前一个行时间。这允许在补偿喷嘴的选择和定时上实现更好的多用性。

[0277] 死喷嘴典型地是通过检测对应于这个死喷嘴的一个或多个致动器的电阻来识别的。此方法能够有利地进行动态的死喷嘴识别和补偿。然而，用于识别死喷嘴的其他方法（例如，使用预定打印图案的光学技术）当然是可能的。

[0278] 具有无缝联接的页宽打印头

[0279] 除了遭受非常低的晶片产率的影响的整体式页宽打印头之外，本申请人的页宽打印头通常通过将多个打印头 IC 跨越一个页宽而端对端地对接在一起来构造。

[0280] 图 24 示出了五个打印头 IC251A 至 251E 的安排，这些打印头端对端地对接而形成相片宽度打印头 (photowidth printhead) 250，而图 25 示出了单一打印头 IC251。将了解的是，较长页宽打印头（例如，A4 打印头和宽格式打印头）可以通过将更多打印头 IC251 对接在一起来制造。以此方式将多个打印头 IC 对接在一起具有的优点是最大程度地减小打印区宽度，这进而消除了对打印介质与打印头之间非常精确的对齐的要求。然而，并且参照图 26 和图 27，对接在一起的打印头 IC 具有的缺点是难以跨越对接的打印头 IC 之间的联接区域 257 进行打印。这是因为喷嘴 255 不能被制造到直至每个打印头 IC 的最外边缘 258，因为必须在边缘处维持一个不可避免的量的“死空间”259，以用于实现结构稳固性并允许打多个印头 IC 对接在一起。因此，对接的 IC 之间的实际喷嘴节距不可避免地大于打印头 IC 的喷嘴排内的一个喷嘴节距。

[0281] 因此，页宽打印头必须被设计成跨越联接区域无缝地打印出点。再次参照图 24 至

图 27, 本申请人迄今已描述了针对由邻接的打印头 IC 来构造页宽打印头的问题的解决办法。如图 27 中最佳显示, 经移位的喷嘴三角形 253 有效地填充了来自邻近的对接打印头 IC 的喷嘴之间的间隙。通过调整在经移位的三角形 253 内发射的喷嘴 255 的定时 (即, 通过使这些喷嘴比其对应的喷嘴排更晚发射), 可以跨越该联接区域 257 无缝地打印出点。这个经移位的喷嘴三角形 253 的功能在第 7, 390, 071 号和第 7, 290, 852 号美国专利中被详尽地描述, 这些专利的内容通过引用结合在此。

[0282] 图 27 还示出了沿打印头 IC 的一个纵向边缘定位的多个粘接垫 75 以及多个对齐基准物 76。粘接垫 75 经由引线粘结 (未示出) 来连接, 以向打印头 IC 中的 CMOS 驱动电路系统提供功率和逻辑信号。对齐基准物 76 允许使用适合的光学对齐工具 (未示出) 来使对接的打印头 IC 在打印头构造期间彼此对齐。

[0283] 虽然经移位的喷嘴三角形 253 提供了针对跨越联接区域进行打印的问题的充分解决方案, 但仍存在若干问题。首先, 经移位的喷嘴三角形 253 必须被供应墨料, 并且在纵向延伸的后侧墨料供应通道中的尖锐扭结可能对墨料到三角形 253 内的喷嘴的供应造成不利影响。第二, 经移位的喷嘴三角形 253 减小了晶片产率, 因为该经移位的喷嘴三角形增加了每个打印头 IC251 的宽度; 有效地, 每个打印头 IC 必须具有足够容纳 $r+2$ 个喷嘴排的宽度, 即使该打印头 IC 仅具有 r 个喷嘴排。

[0284] 在此描述的喷嘴组件 200、210 和 220 由于其沿纵向轴线在多个预定的不同点位置喷射墨滴的能力, 提供了针对将打印头 IC 联接在一起而同时跨越每个联接区域维持一致点距这个问题的解决方案。此外, 并且如图 28 所示, 具有不间断的喷嘴排 (即, 没有图 27 所示的经移位的喷嘴三角形 253) 的打印头 IC260 可以对接在一起。此打印头 IC 的设计不仅促进了墨料沿每个喷嘴排的供应, 而且改进了晶片产率。基本上, 存在两种可以用于补偿跨越该联接区域 257 的“缺席”喷嘴的可能方法。

[0285] 在第一种方法中, 朝向打印头 IC260 的任一端部定位的多个喷嘴被配置成偏向对应的端部来喷射墨滴, 同时朝向打印头 IC260 的中心定位的喷嘴垂直于墨料喷射面来喷射墨滴。参考图 29, 示出了打印头 IC260, 其中朝向右手边缘定位的喷嘴 264 被配置成偏向右手边缘喷射墨滴。类似地, 朝向左手边缘定位的喷嘴 262 被配置成偏向左手边缘来喷射墨滴。朝向打印头 IC 的中心定位的喷嘴 266 被配置成垂直于墨料喷射面喷射墨滴。虽然喷嘴 262、264 和 266 具有不同墨滴喷射特征, 但是当然, 在它们都是图 18、19 或 20 所示类型的、具有控制墨滴方向的固有能力的喷嘴的意义上, 这些喷嘴都是完全相同的。

[0286] 偏斜的程度取决于特定喷嘴与打印头 IC260 中心的距离。定位于打印头 IC 极端处的那些喷嘴被配置成比朝向打印头 IC 中心定位的那些喷嘴更偏斜地喷射墨滴。这种从打印头 IC260 的中心向外的逐渐张开使得能够跨越打印头 IC 的长度维持一致的点距。

[0287] 虽然图 29 中夸张地示出了墨滴喷射的“张开”, 但将了解的是, 作为这种张开的结果, 喷射的墨滴的平均点距可以略大于打印头 IC260 的喷嘴节距。然而, 当在每个喷嘴排中有数百或数千的喷嘴时, 所导致的点密度相对于喷嘴密度的减少将是可忽略的。典型地, 虽然墨滴喷射是张开的, 但平均点距将比打印头的喷嘴节距大出不到 1%。

[0288] 由于在打印头 IC260 边缘上的偏斜的墨滴喷射, 特定喷嘴排的实际可打印区是长于该喷嘴排的长度。该可打印区可以比喷嘴排长 1 个到 8 个喷嘴节距。这个延伸的可打印区允许打印头 IC 打印到邻接的打印头 IC260 之间的联接区域 257 中, 从而消除图 27 中所

示的经移位的喷嘴三角形 253。

[0289] 当然,同样有可能的是仅有定位于打印头 IC 一端处的喷嘴具有偏斜的墨滴喷射。然而,典型的联接区域 257 的宽度(即,一对对接的打印头 IC 中、来自同一喷嘴排中的喷嘴之间的宽度)给定时,典型地图 29 示出的具有张开的墨滴喷射的这种安排是优选的。这最大程度地增加了邻接的多对打印头 IC 可以对联接区域 257 中的“缺席”喷嘴进行补偿的程度。

[0290] 图 29 所示的具有张开的墨滴喷射的打印头 IC260 具有的优点是:在不存在死喷嘴补偿或需要以较高点密度打印时,每个喷嘴在一个行时间内仅发射一次,同时使可打印区的长度延伸超过了对应的喷嘴排的长度。在一个替代方法中,打印头 IC270 可以被配置成使得在每个喷嘴排的极端处的选定喷嘴在一个行时间内发射一次以上,以便补偿该联接区域中“缺席的”喷嘴。

[0291] 参照图 30,示出了打印头 IC270,其中大多数喷嘴垂直于该打印头 IC 的墨料喷射面来喷射墨滴。然而,在一个喷嘴排的极端处的至少一个喷嘴 272 被配置成在主要点位置 274 上喷射墨滴(即,垂直于墨料喷射面)并在偏向打印头 IC 的对应端部的次要点位置 276 上喷射墨滴。换句话说,喷嘴 272 被配置成以与在高密度打印头 230 中的喷嘴 231 类似的方式、在一个行时间内喷射两个墨滴。然而,这些喷嘴 272 维持了一致的点距 d ,这样使得喷嘴节距 n 典型地等于跨越打印头 IC270 的整个可打印区的点距 d 。

[0292] 虽然打印头 IC270 具有相对于喷嘴节距不牺牲点距的优点,但该打印头也具有以下缺点:需要在每个喷嘴排的两端处的喷嘴 272 以其他喷嘴 271 的频率的两倍来喷射墨料。因此,喷嘴 272 更易发生疲劳故障,并且因此打印头 IC260 作为将打印头 IC 对接在一起的解决办法是更普遍优选的。

[0293] 改进的 MEMS/CMOS 集成

[0294] MEMS 打印头设计的一个重要方面是 MEMS 致动器与下层 CMOS 驱动电路系统的集成。为了使喷嘴的致动作用发生,来自 CMOS 驱动电路系统层中的一个驱动晶体管的电流必须向上流入 MEMS 层中、穿过该致动器并向下回到 CMOS 驱动电路系统层(例如,到达 CMOS 层中的接地平面)。在一个打印头 IC 中有数千个致动器时,电流流路的效率应最大化以最大程度地减小总体打印头效率的损失。

[0295] 迄今为止,本申请人已描述了具有在 MEMS 致动器(定位于喷嘴腔腔顶中)与下层 CMOS 驱动电路系统层之间延伸的一对线性桩的喷嘴组件。实际上,在图 5 和图 6 中示出了这些平行的致动器桩的制造,并且在此进行描述。与更曲折的电流通道相反,向上延伸到 MEMS 层的线性铜桩已显示改进了打印头效率。然而,仍存在对本申请人的 MEMS 打印头(和打印头 IC)的电气效率进行改进的余地。

[0296] 与控制来自公共 CMOS 电源平面和接地平面的数千个致动作用相关联的一个问题被称为“接地反弹”。接地反弹是集成电路设计中总所周知的问题,该问题由于在公共电源平面与接地平面之间有大量装置被供电而尤其恶化。接地反弹通常描述跨越电源平面或接地平面的不希望的电压降,该不希望的电压降可以从许多不同的来源产生。接地反弹的典型来源包括:串联电阻(“IR 压降”)、自感以及在接地平面与电源平面之间的互感。这些现象各自可能通过不希望地减小电源平面与接地平面之间的电势差而促进接地反弹。减小的电势差不可避免地导致集成电路的电气效率降低,在本情况中更具体来说是导致打印头

IC 的电气效率降低。但将了解的是,电源平面与接地平面的安排和构型以及与其的连接可能根本上影响接地反弹和打印头的总效率。

[0297] 参照图 31,以平面图示出了打印头 IC300 的一部分,该部分具有纵向延伸并平行于喷嘴排的多个导电轨道。为了清楚起见,图 31 中已移除了最上面的聚合物层 19。

[0298] 多个喷嘴 210(结合图 18 被详细描述)被安排在沿打印头 IC300 的纵向轴线延伸的多个喷嘴排之中。图 31 示出了一对喷嘴排 302A 和 302B,但打印头 IC300 当然可包括更多喷嘴排。喷嘴排 302A 及 302B 是成对的并彼此偏离,其中一个喷嘴排 302A 负责打印“偶数”点并且另一喷嘴排 302B 负责打印“奇数”点。在本申请人的这些打印头中,喷嘴排典型地以此方式成对,如在例如图 28 中更清楚地可见。

[0299] 第一导电轨道 303 定位于喷嘴排 302A 与 302B 之间。第一导电轨道 303 沉积在打印头 IC300 的喷嘴板 304 上,该喷嘴板限定了喷嘴腔腔顶 7(参见图 10)。因此,第一导电轨道 303 通常与这些致动器 15 的热弹性横梁 10 是共面的、并且可以在 MEMS 制造期间通过与该热弹性横梁材料(如钒铝合金)共同沉积而形成。导电轨道 303 的导电性可以通过在 MEMS 制造期间另一导电金属层(如铜、钛、铝等)的沉积而进一步改进。例如,但将了解的是,金属层可在该热弹性横梁材料的沉积之前沉积(如与图 8 中示出的金属垫 9 共同沉积)。可以使用对用于金属垫 9 的蚀刻掩模的简单修改来限定导电轨道 303。因此,导电轨道 303 可以包括多个金属层以优化导电性。

[0300] 每个致动器 15 具有第一终端,该第一终端经由一个横向连接器 305 而直接连接至第一导电轨道 303。如将在图 31 中可见,来自两个喷嘴排 302A 和 302B 的每个致动器都具有连接至第一导电轨道 303 的第一终端。第一导电轨道 303 经由多个导体桩 307 而连接到下层 CMOS 驱动电路系统层中的一个公共参考平面,这些导体桩 307 与上文结合图 6 描述的致动器桩 8 是类似地制造的。因此,导电轨道 303 可以沿打印头 IC300 连续地延伸,以便为这一对喷嘴排中的每个致动器提供公共参考平面。如以下将更详细论述的,取决于在 CMOS 驱动电路系统中使用的是 nFET 还是 pFET,喷嘴排 302A 与 302B 之间的公共参考平面可以为电源平面或接地平面。

[0301] 可替代地,导电轨道 303 可以沿打印头 IC300 不连续地延伸,其中导电轨道的每个部分为一组致动器提供公共参考平面。在导电轨道的分层成问题时,不连续的导电轨道 303 可能是优选的,但导电轨道仍以与上述相同的方式起作用。

[0302] 每个致动器 15 的第二终端经由在致动器与 CMOS 驱动电路系统层之间延伸的一个致动器桩 8 而连接该至 CMOS 驱动电路系统层中的下层驱动 FET 上。每个致动器桩 8 与图 6 中示出的致动器桩 8 完全类似并在 MEMS 制造期间以相同方式形成。因此,每个致动器 15 可以由对应的驱动 FET 单独地控制。

[0303] 在图 31 中,一对第二导电轨道 310A 和 310B 也沿打印头 IC300 纵向延伸并处于这一对喷嘴排 302A 和 302B 的两侧。第二导电轨道 310A 和 310B 补充该第一导电轨道 303。换句话说,如果第一导电轨道 303 为一个电源平面,则这些第二导电轨道均为接地平面。相反,如果第一导电轨道 303 为接地平面,则这些第二导电轨道均为电源平面。第二导电轨道 310A 和 310B 不直接连接到致动器 15 上;然而,它们经由多个导体桩 307 连接至 CMOS 驱动电路系统层中的对应参考平面(电源或地)。

[0304] 但将了解的是,这些第二导电轨道 310 可以按照完全类似于上述第一导电轨道

303 的方式在 MEMS 制造期间形成。因此,这些第二导电轨道 310 通常由热弹性横梁材料构成并且可以是多层的以便增强导电性。

[0305] 第一导电轨道 303 和第二导电轨道 310 主要起作用来减少 CMOS 驱动电路系统层中的对应的参考平面的串联电阻。因此,通过在 MEMS 层中提供与该 CMOS 层中的对应的参考平面并联电气连接的多个导电轨道,通过欧姆定律的简单应用,显著降低了这些参考平面的总电阻。通常,这些导电轨道被配置成用于最大程度地减小它们的电阻,例如通过尽可能地最大化其宽度或深度。

[0306] 接地平面或电源平面的串联电阻由于 MEMS 层中的这些导电轨道可以减少至少 25%、至少 50%、至少 75% 或至少 90%。同样地,可以类似地减小接地平面或电源平面的自感。接地平面和电源平面二者的串联电阻和自感的这种显著减小有助于最大程度地减小打印头 IC300 的接地反弹,从而提高打印头效率。本发明人理解,在图 31 中示出的打印头 IC300 中,电源平面与接地平面之间的互感也被减小,但互感的定量分析需要复杂的建模,这超出了本披露的范围。

[0307] 图 32 和图 33 提供了 pFET 和 nFET 驱动晶体管的简化 CMOS 电路图。如图 31 所示,该驱动晶体管 (nFET 或 pFET) 经由致动器桩 8 而直接连接至每个致动器 15 的第二终端。

[0308] 在图 32 中,致动器 15 连接在一个 pFET 的漏极与接地平面 (“Vss”) 之间。电源平面 (“Vpos”) 连接至该 pFET 的源极,而栅极接收逻辑发射信号。当 pFET 在栅极处接收低电压时 (由于 NAND 栅极),电流流过该 pFET 而使得致动器 15 被致动。在该 pFET 电路中,该致动器的第一终端连接至由第一导电轨道 303 提供的接地平面,同时该致动器的第二终端连接至该 pFET。因此,这些第二导电轨道提供电源平面。

[0309] 在图 33 中,致动器 15 连接在电源平面 (“Vpos”) 与一个 nFET 的源极之间。接地平面 (“Vss”) 连接至该 nFET 的漏极,而栅极接收逻辑发射信号。当该 nFET 在栅极处接收高电压时 (由于 AND 栅极),电流流过该 nFET 而使得致动器 15 被致动。在该 nFET 电路中,该致动器的第一终端连接至由第一导电轨道 303 提供的电源平面,同时该致动器的第二终端连接至该 nFET。因此,这些第二导电轨道提供接地平面。

[0310] 但将了解的是,根据图 32 和图 33,第一导电轨道 303 和第二导电轨道 310 与 pFET 或 nFET 是兼容的。

[0311] 当然,如上文所述,使用导电轨道的优点绝不限于图 31 中示出的喷嘴 210。具有任何类型的致动器的任何打印头 IC 原则上都可以从上述导电轨道中受益。

[0312] 图 34 示出了打印头 IC400,该打印头包括多个喷嘴 100 (采用与结合图 16 所述的喷嘴类似的类型),该多个喷嘴被安排在纵向延伸的一对喷嘴排 302A 及 302B 之中。第一导电轨道 303 在这一对喷嘴排 302A 及 302B 之间延伸,且这些第二导电轨道 310A 及 310B 位于这一对喷嘴排两侧。对应喷嘴 100 的每个致动器 15 具有:第一末终端,其经由一个横向连接器 305 连接至第一导电轨道 303 上;及第二末终端,其经由一个致动器桩 8 连接至下层 FET 上。因此,将了解的是,在导电轨道 303 和 310 由于连接至下层 CMOS 驱动电路系统中的对应参考平面上而提供了公共参考平面的意义上,打印头 IC400 与打印头 IC300 类似地起作用。此外,第一导电轨道 303 直接连接至每个致动器的一个终端上,以便为喷嘴排 302A 和 302B 中的每个致动器提供公共参考平面。

[0313] 本领域的普通技术人员将了解的是,在不背离所广泛描述的本发明的精神或范围

的情况下,可以对在具体实施例中示出的本发明做出许多改变和 / 或修改。因此,本发明的这些实施例在所有方面都应认为是展示性的而非限制性的。

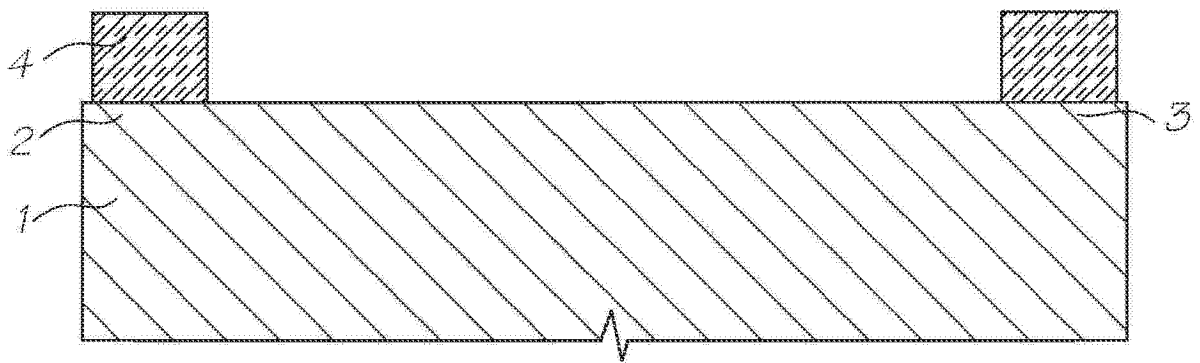


图 1

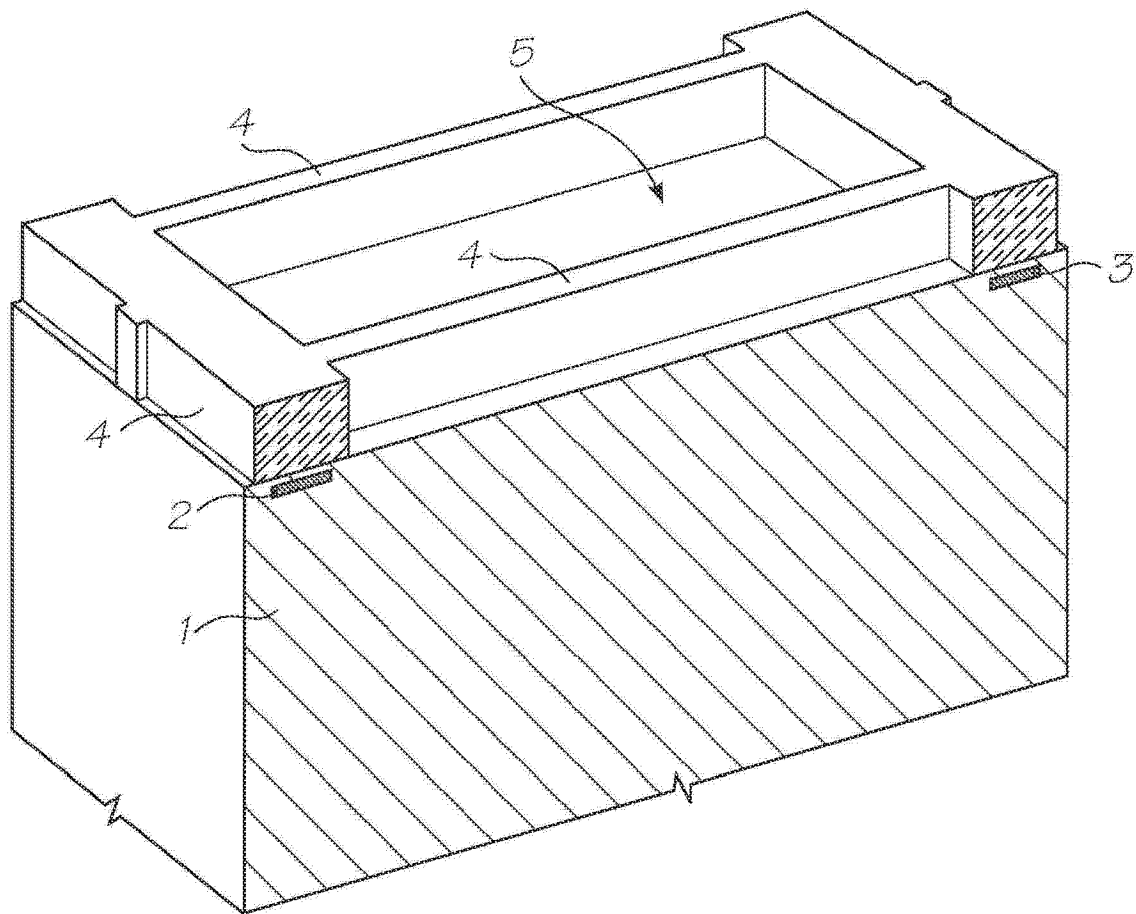


图 2

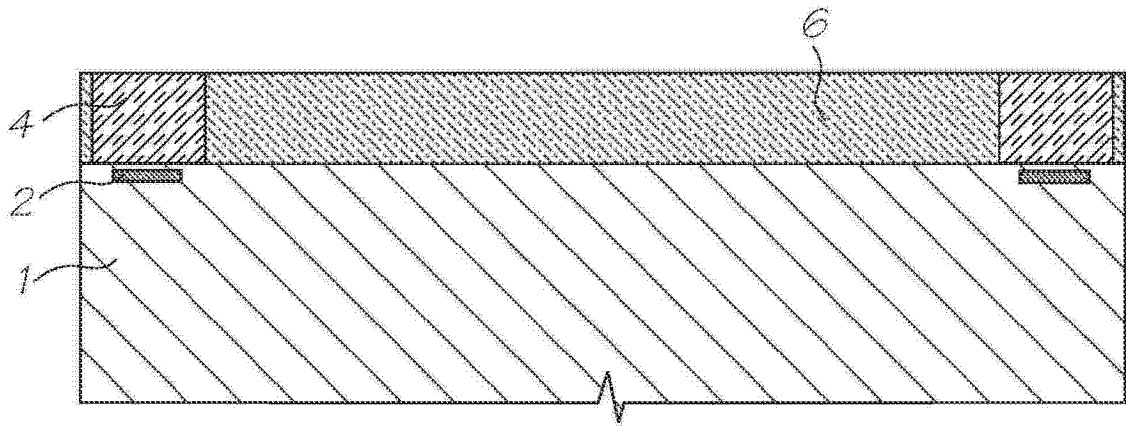


图 3

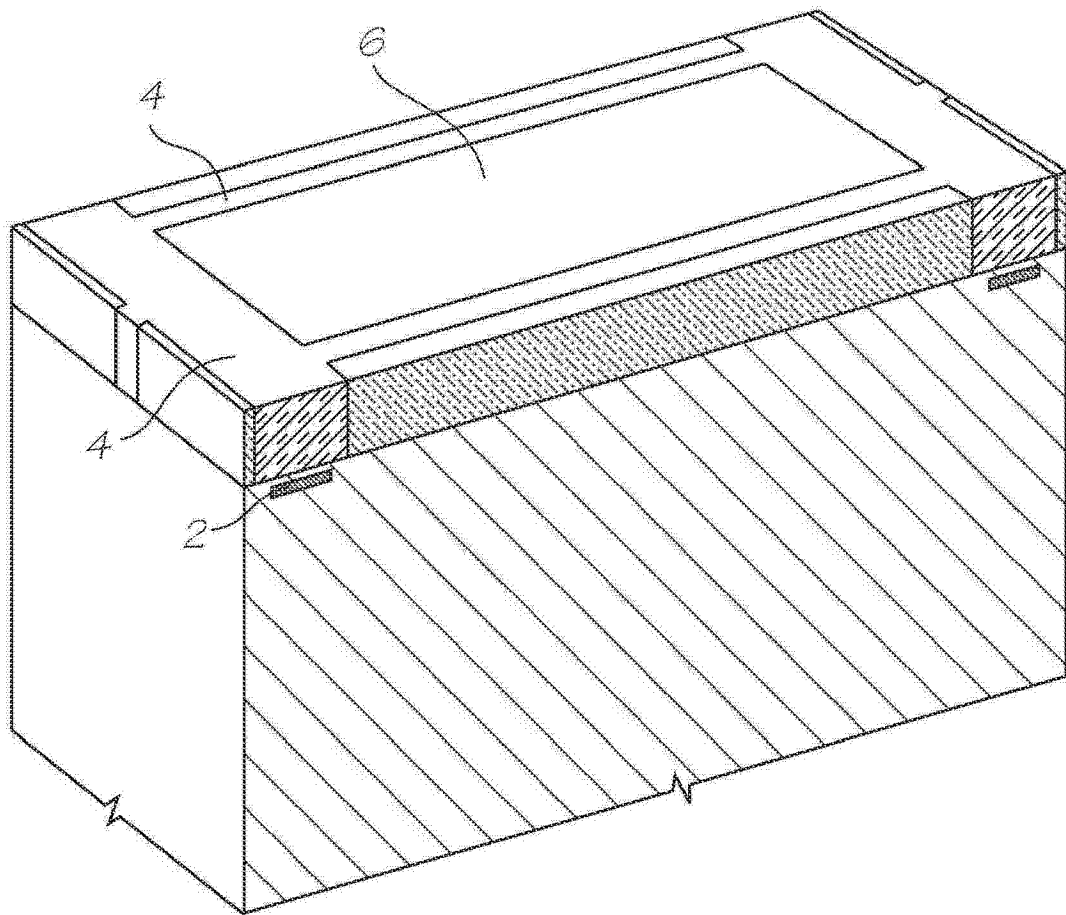


图 4

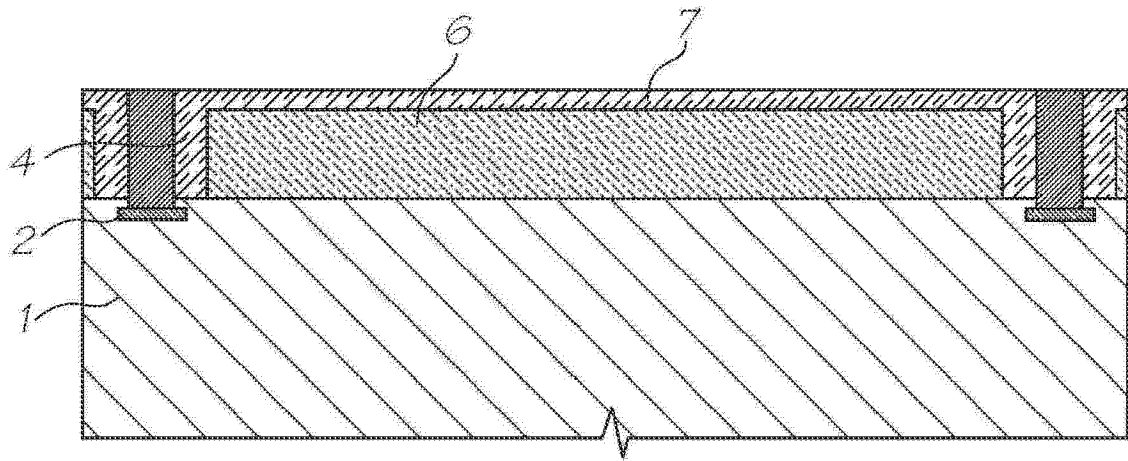


图 5

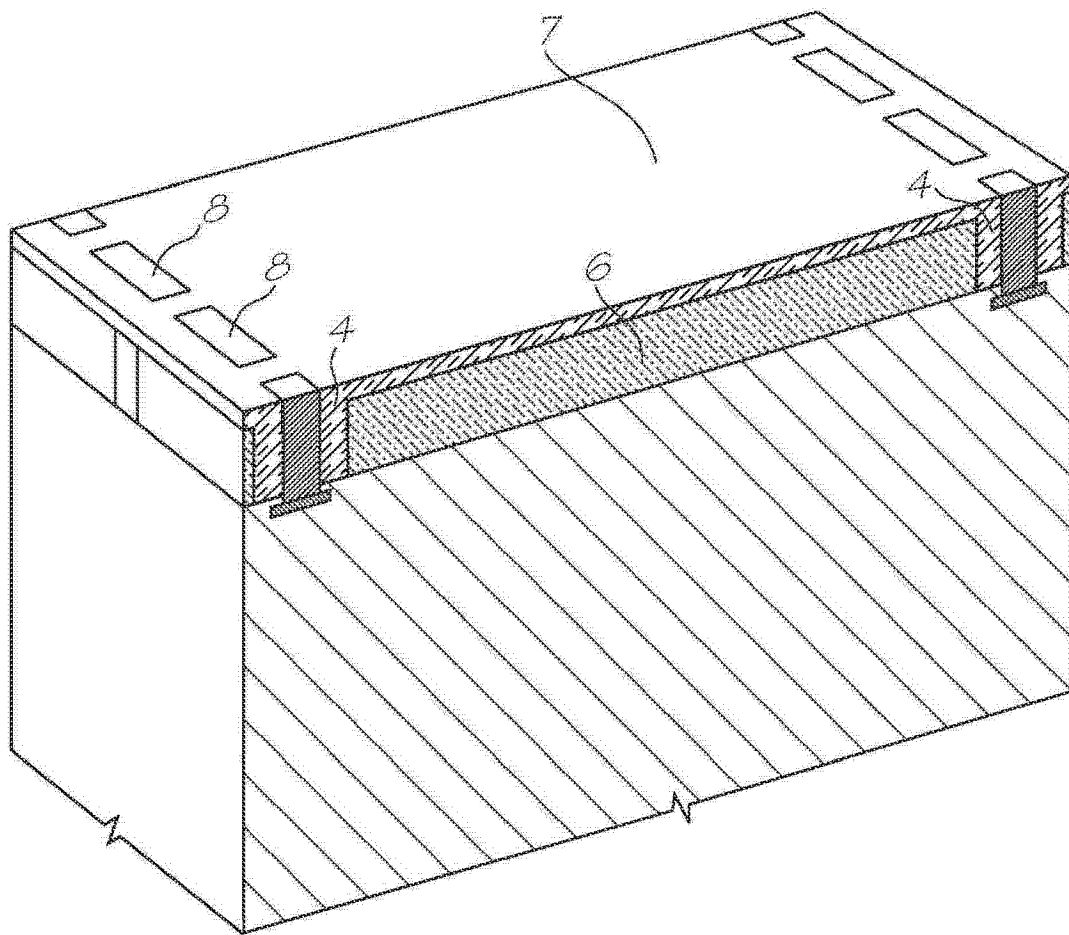


图 6

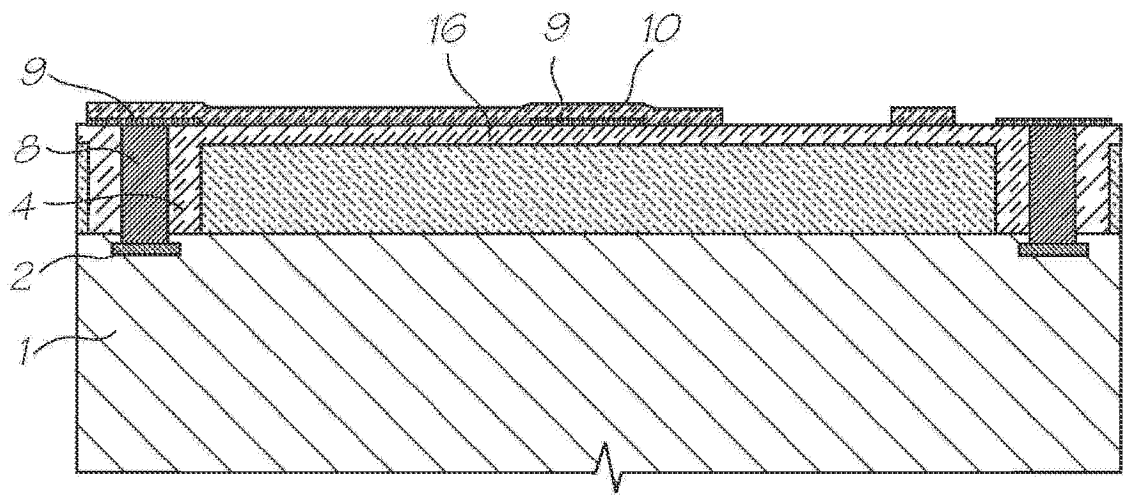


图 9

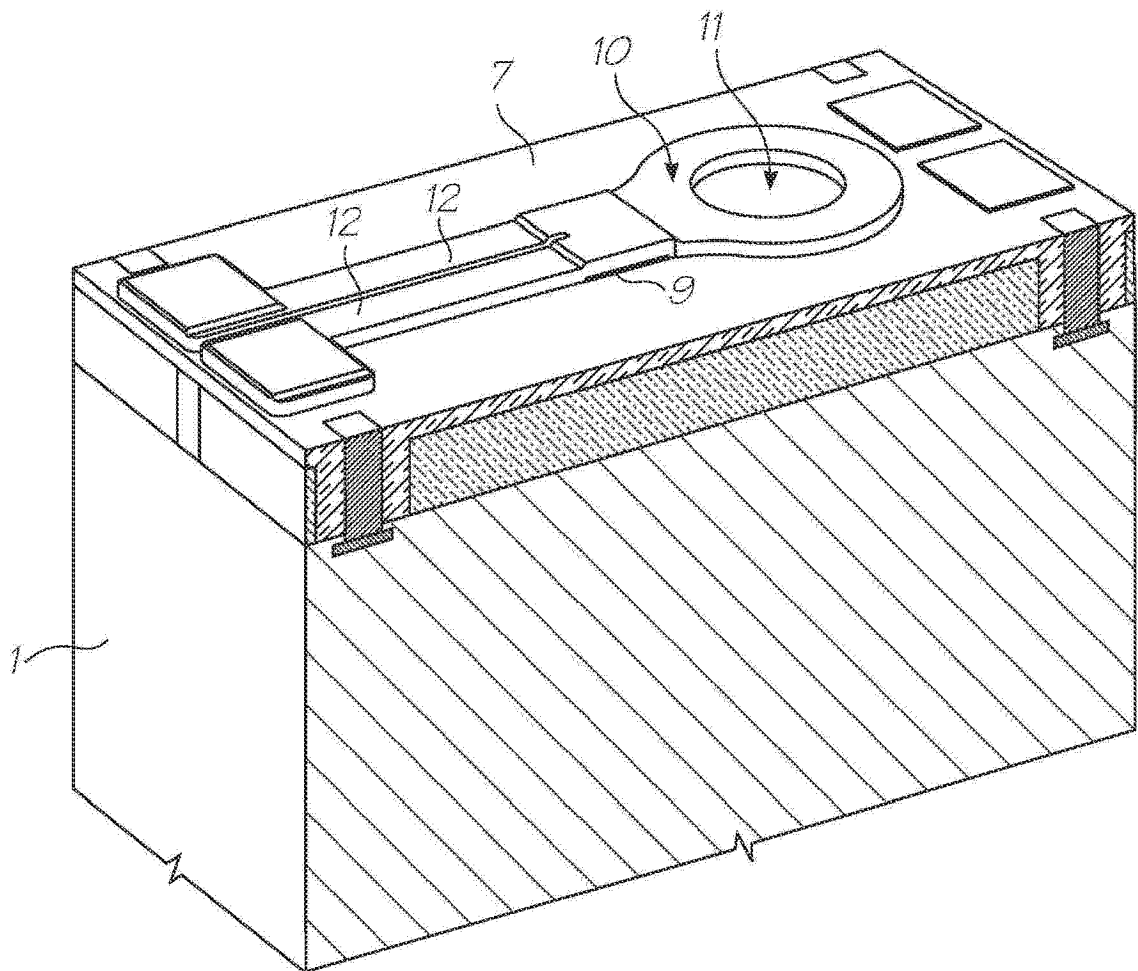


图 10

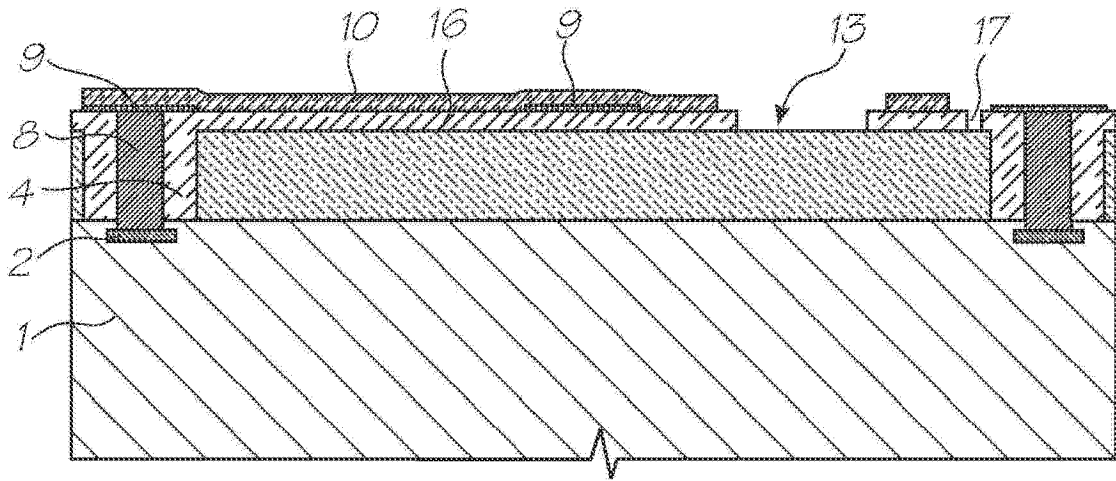


图 11

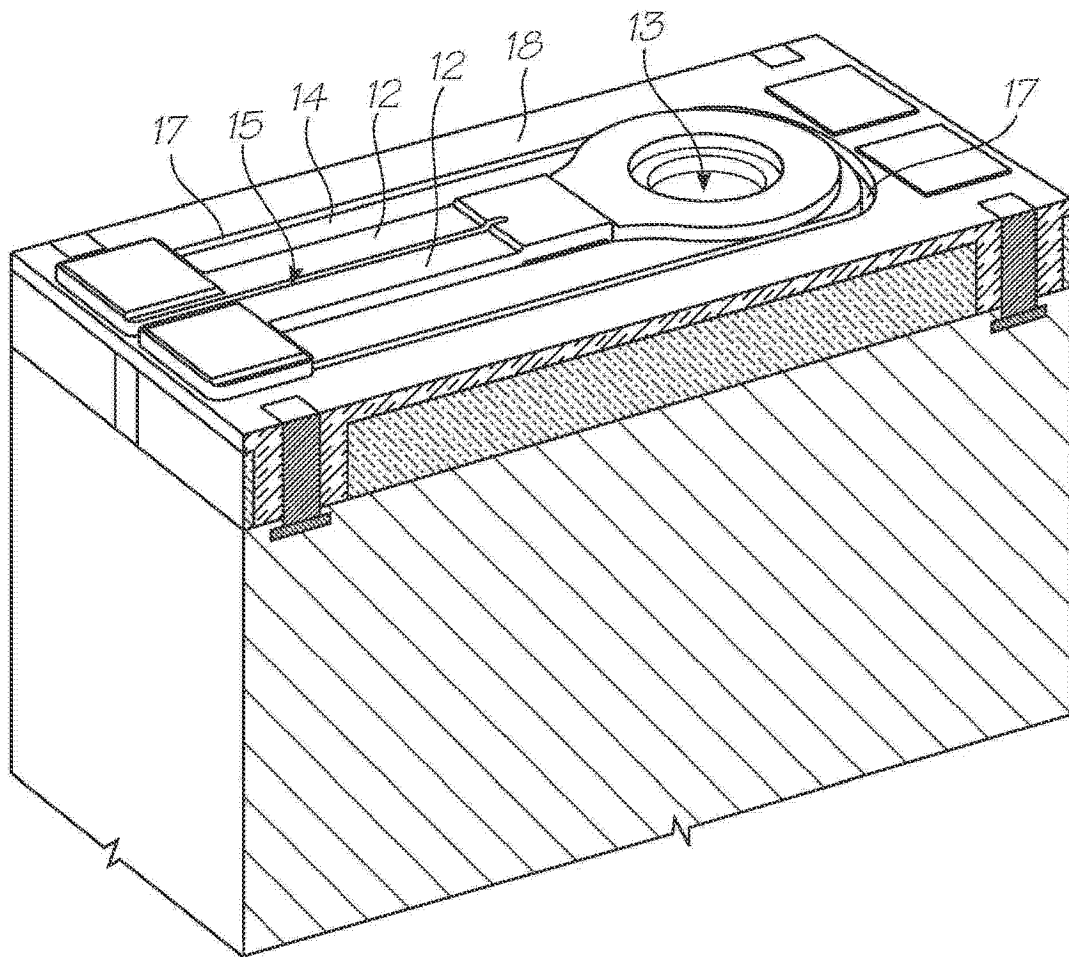


图 12

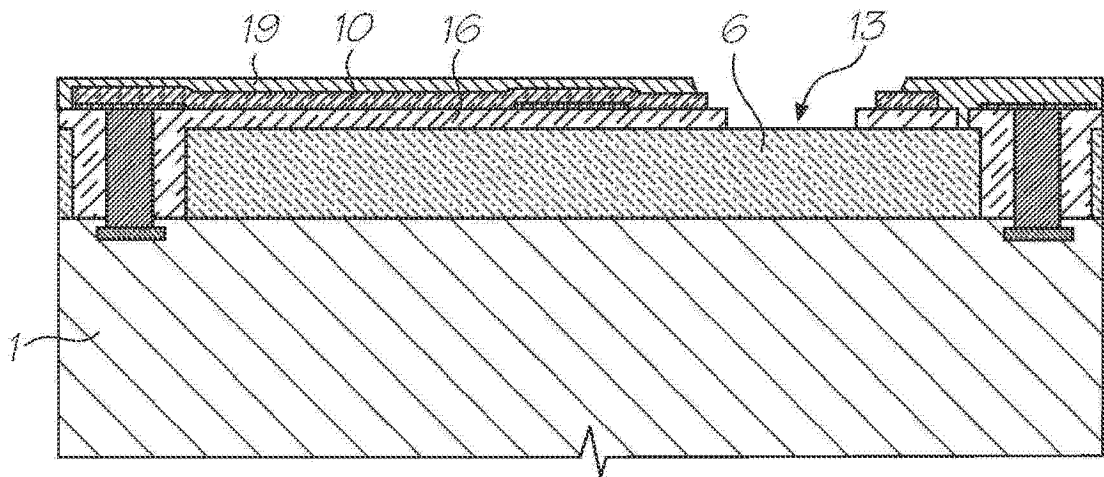


图 13

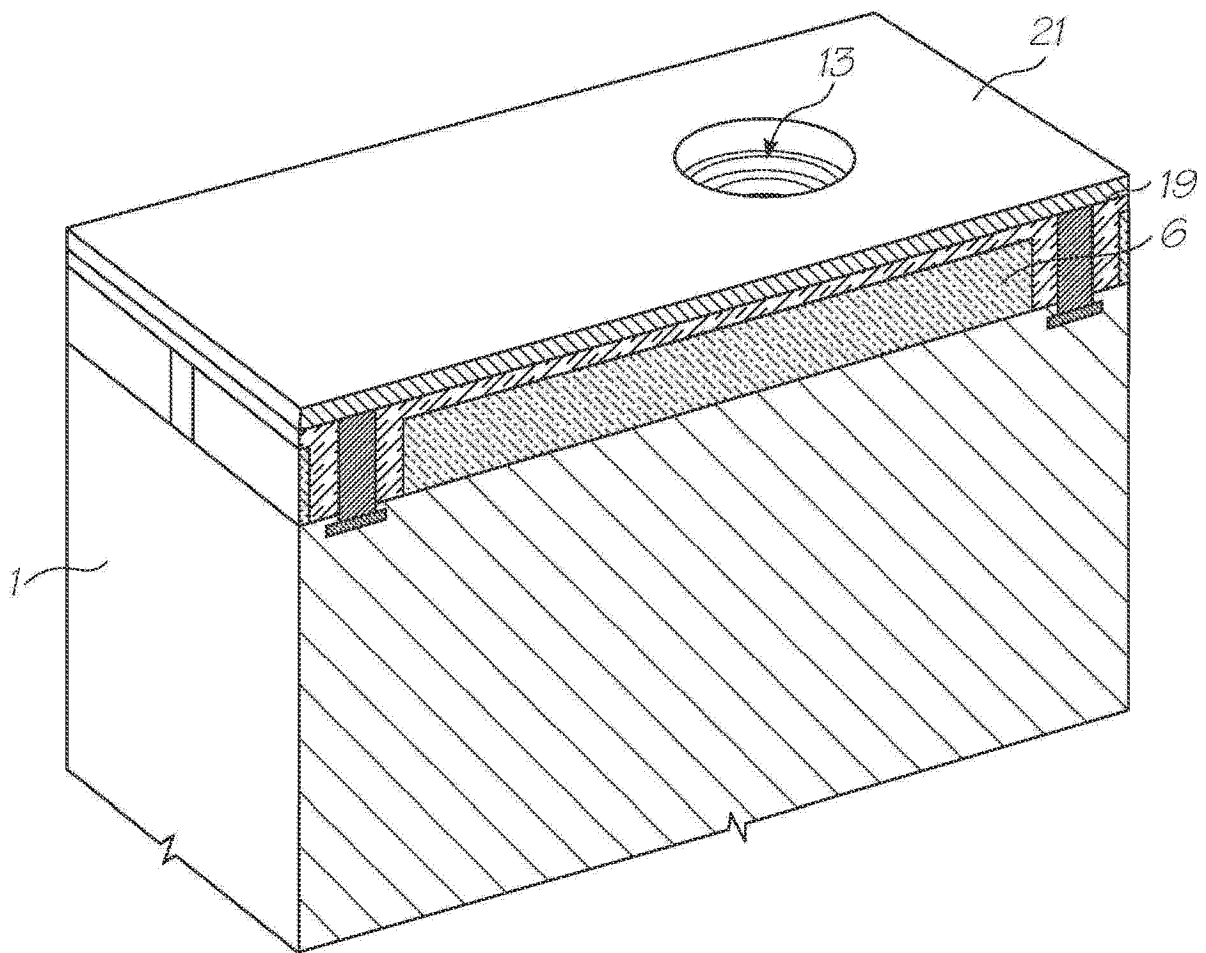


图 14

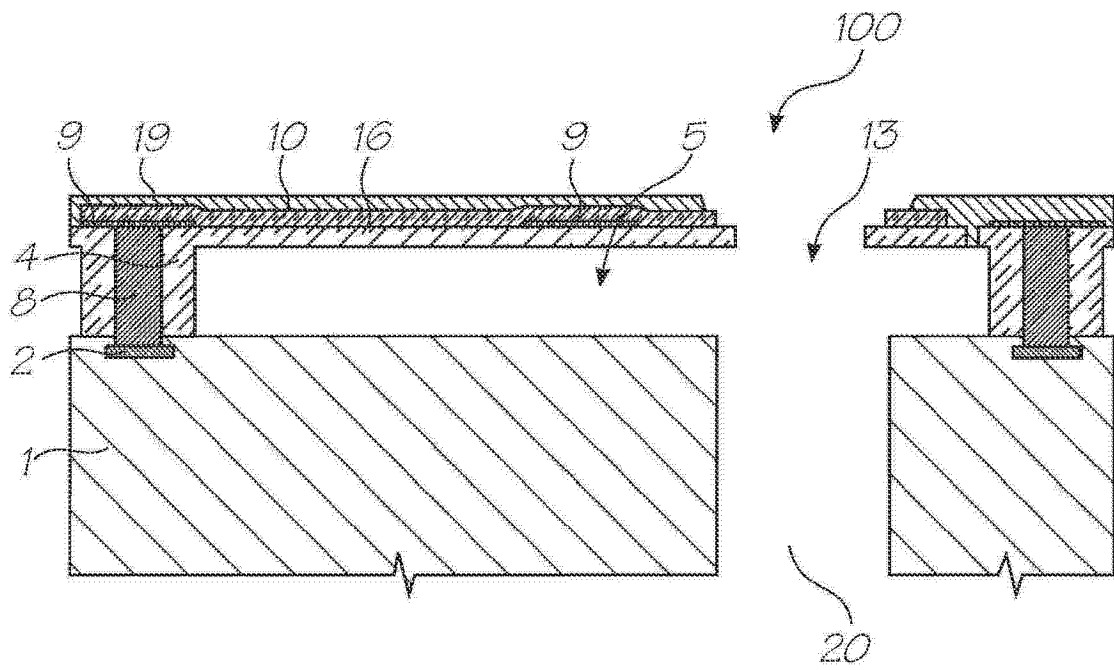


图 15

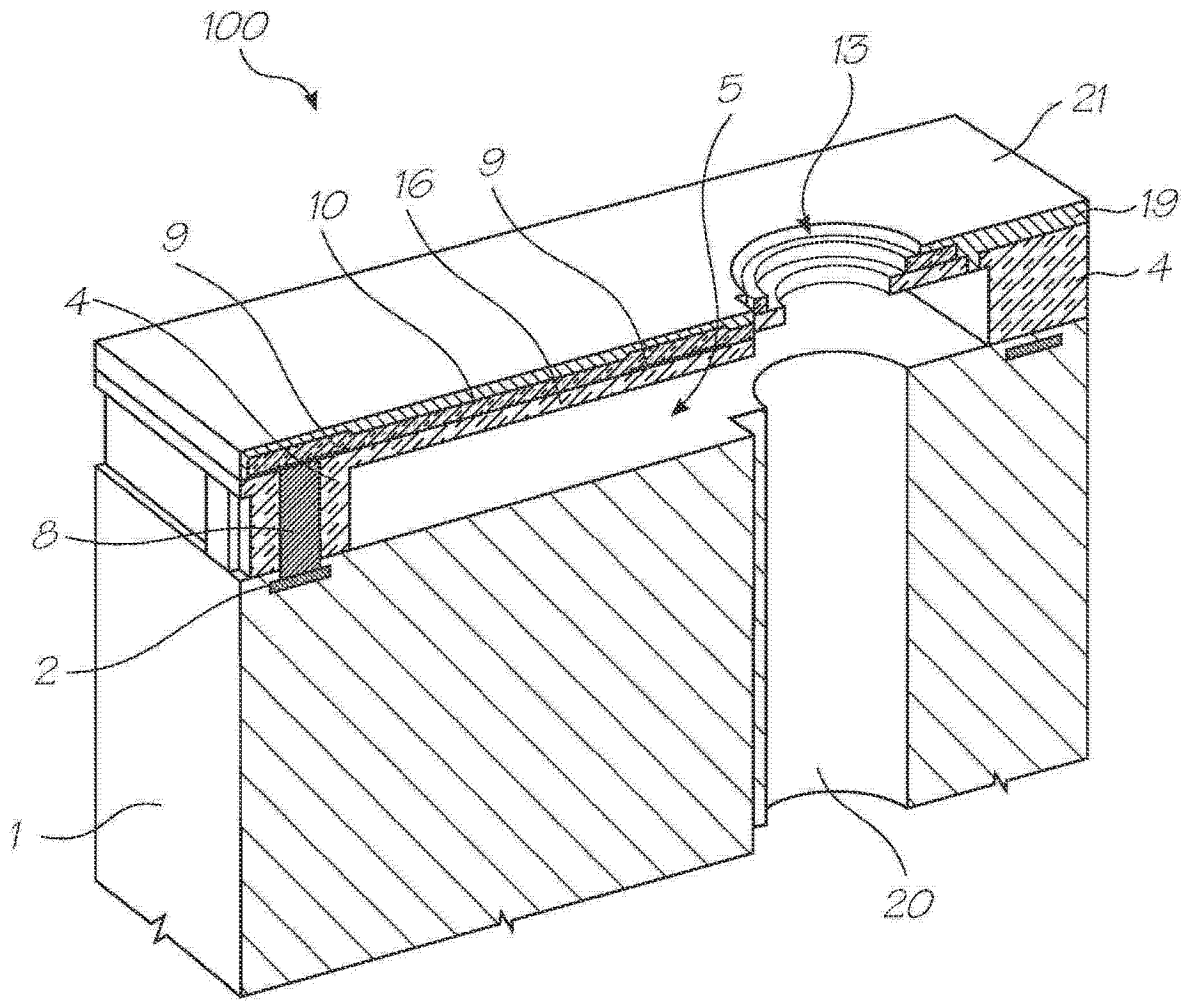


图 16

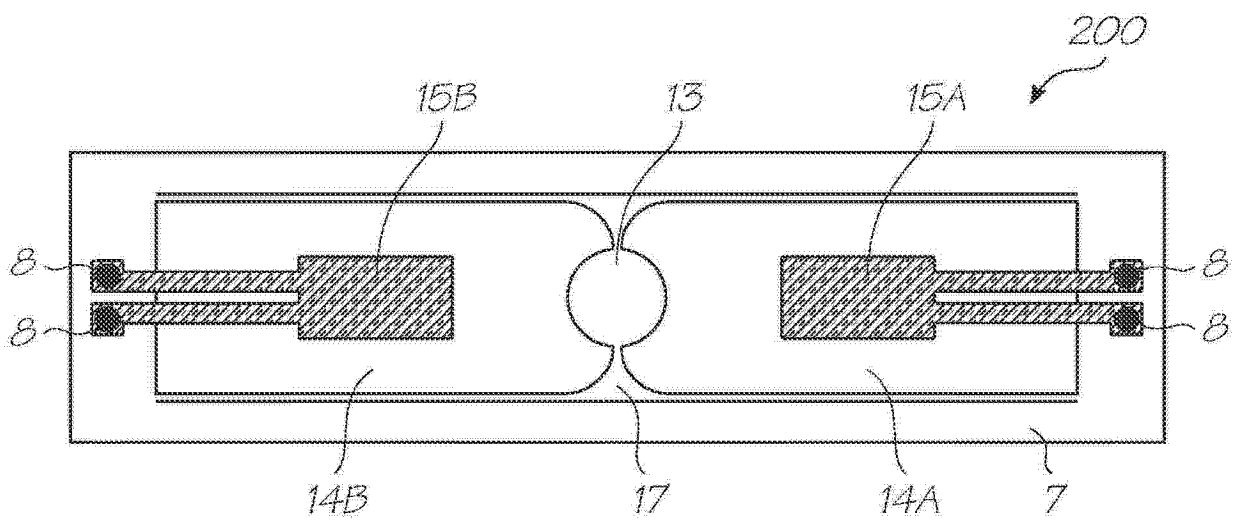


图 17

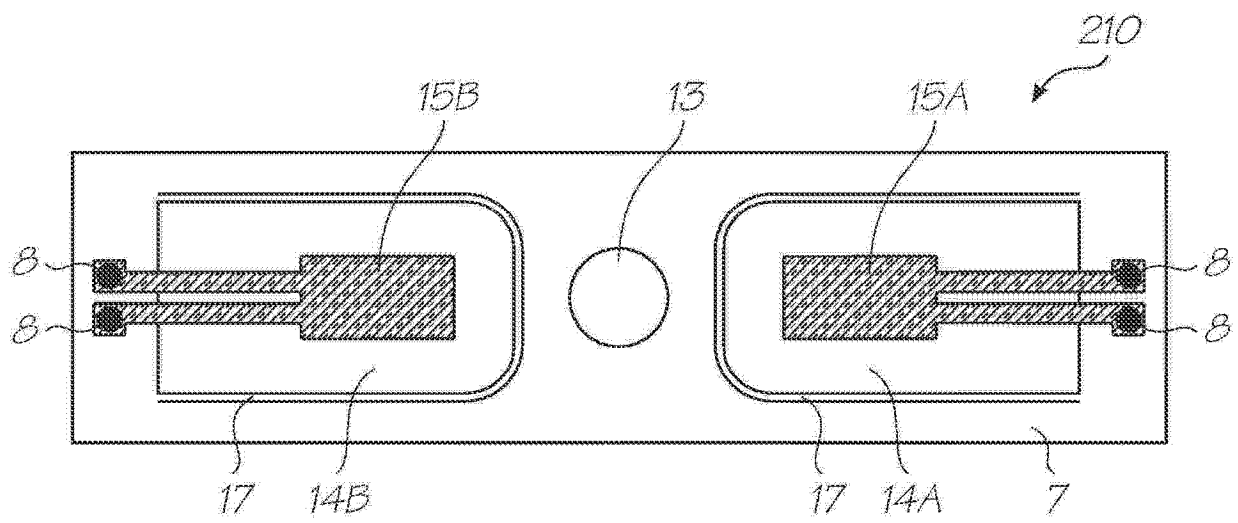


图 18

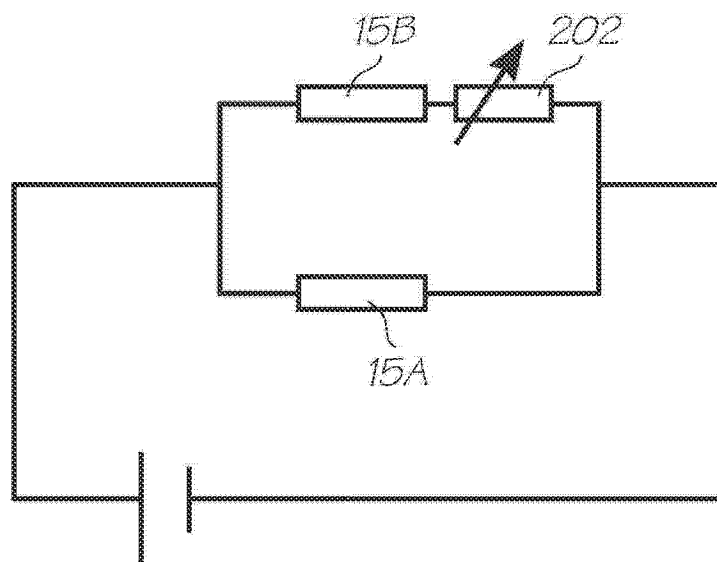


图 19

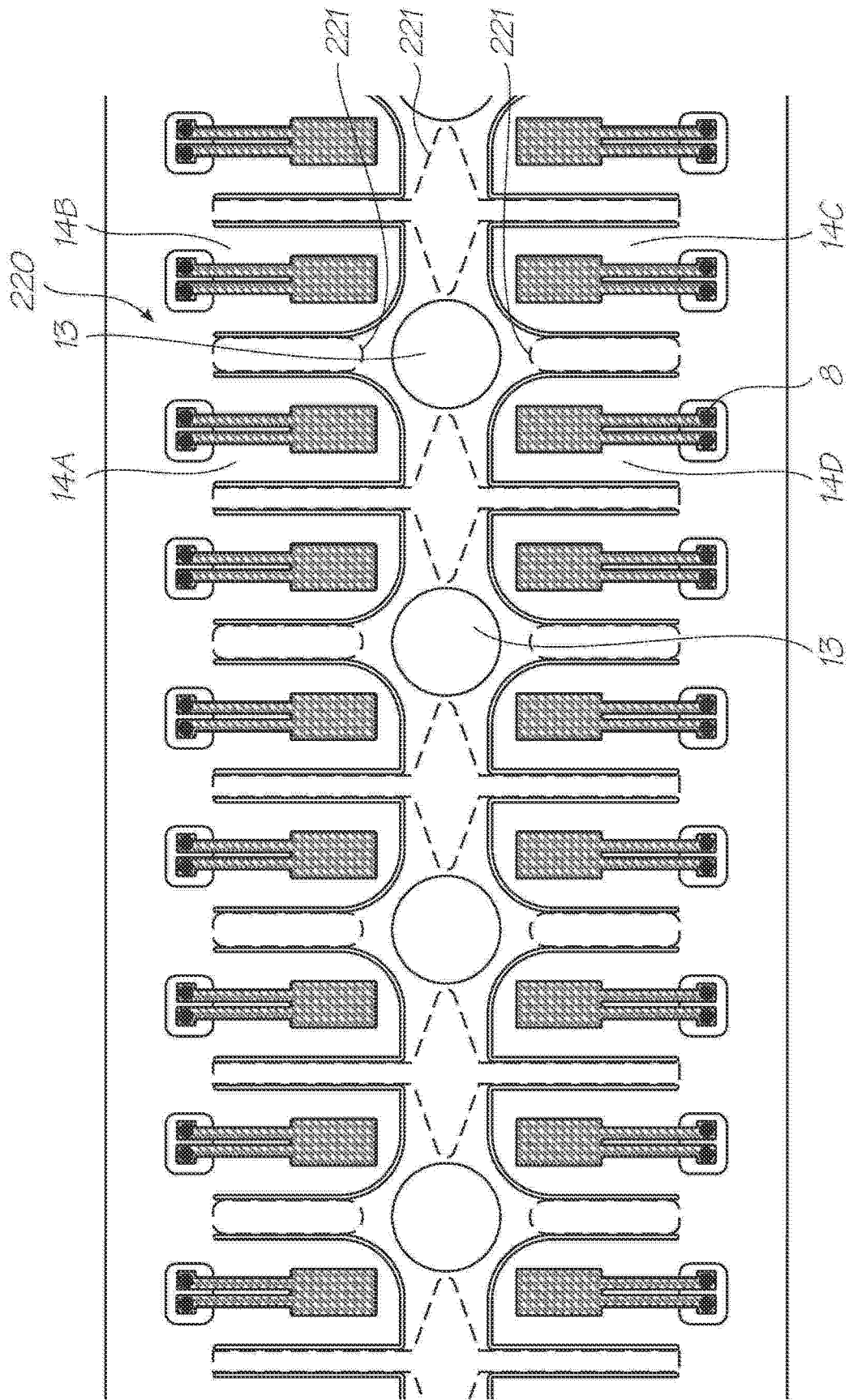


图 20

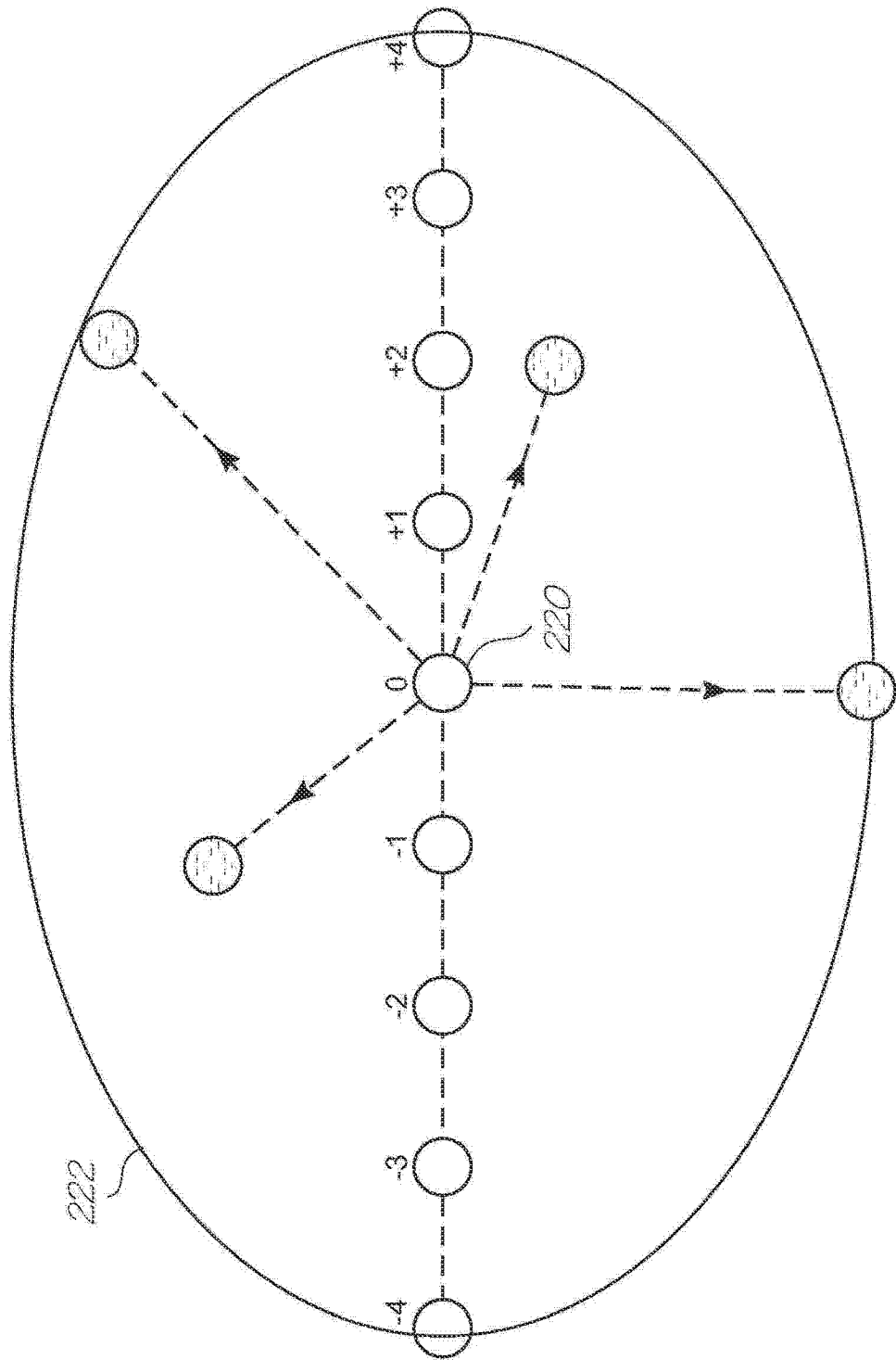


图 21

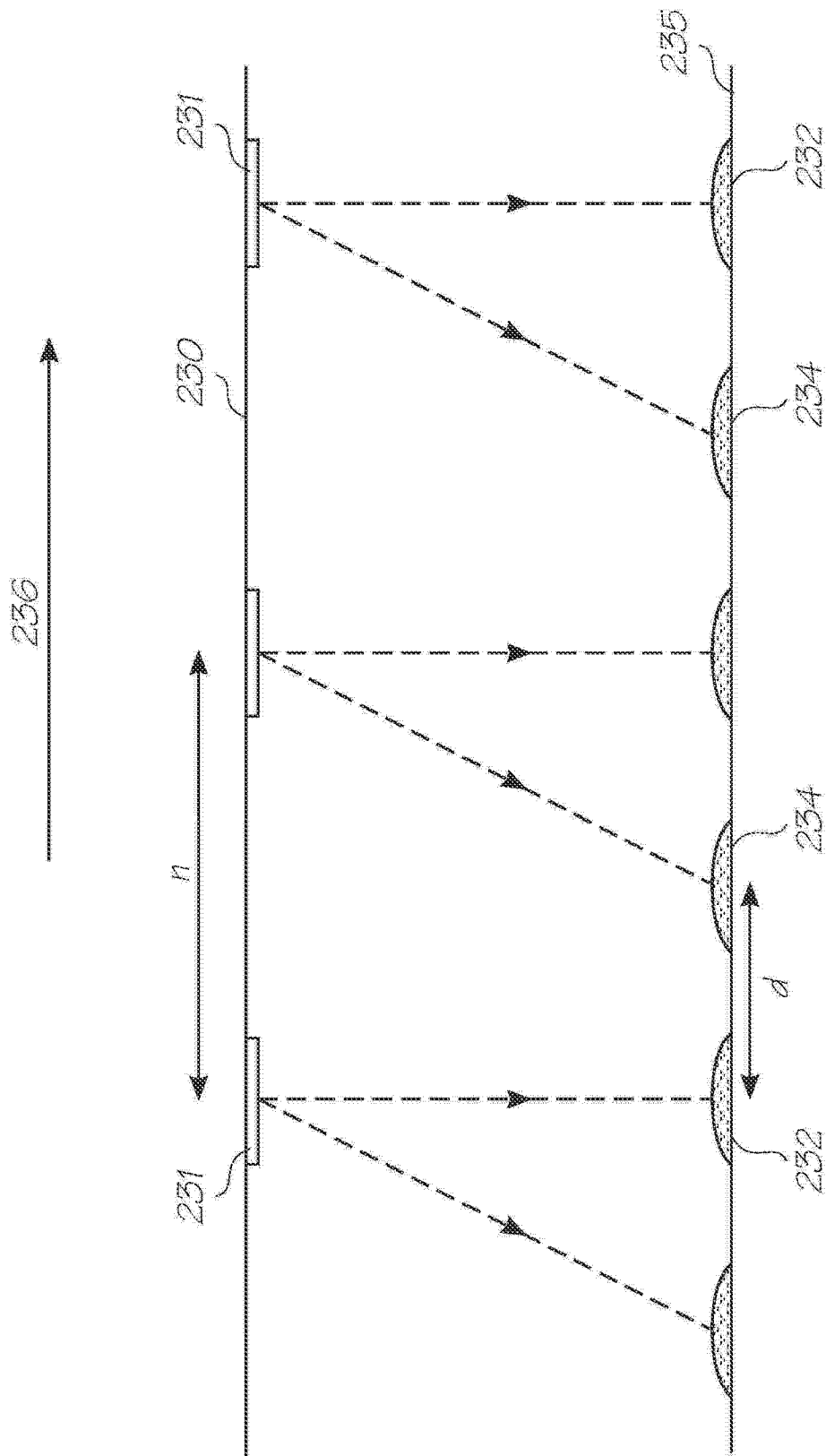


图 22

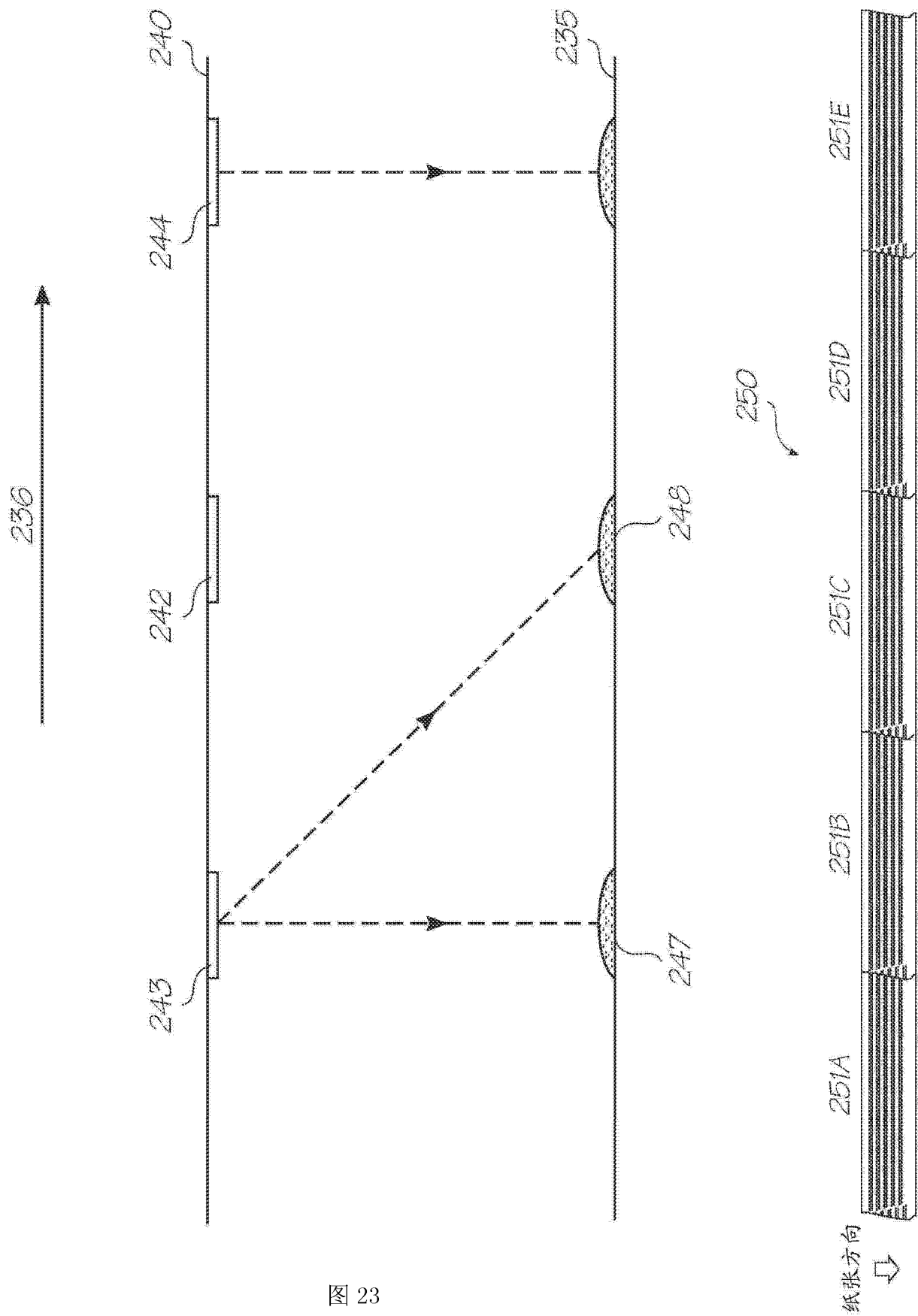


图 23

图 24

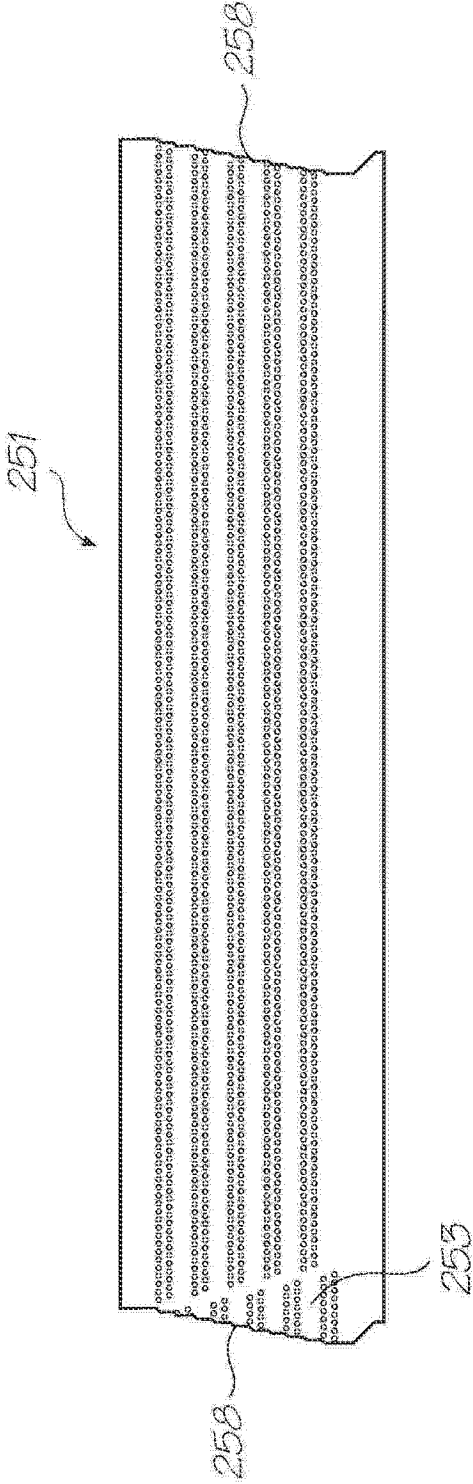


图 25

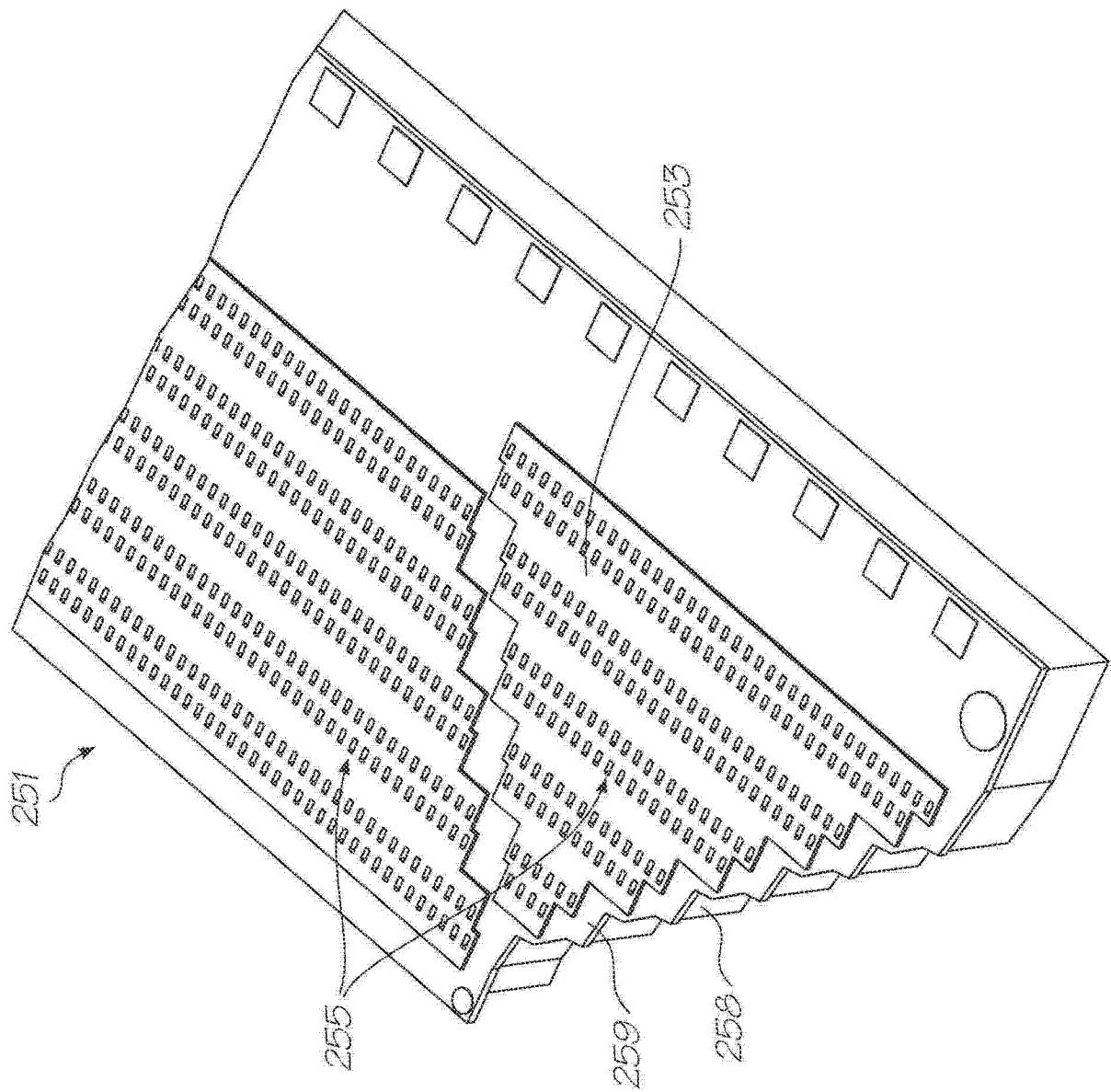


图 26

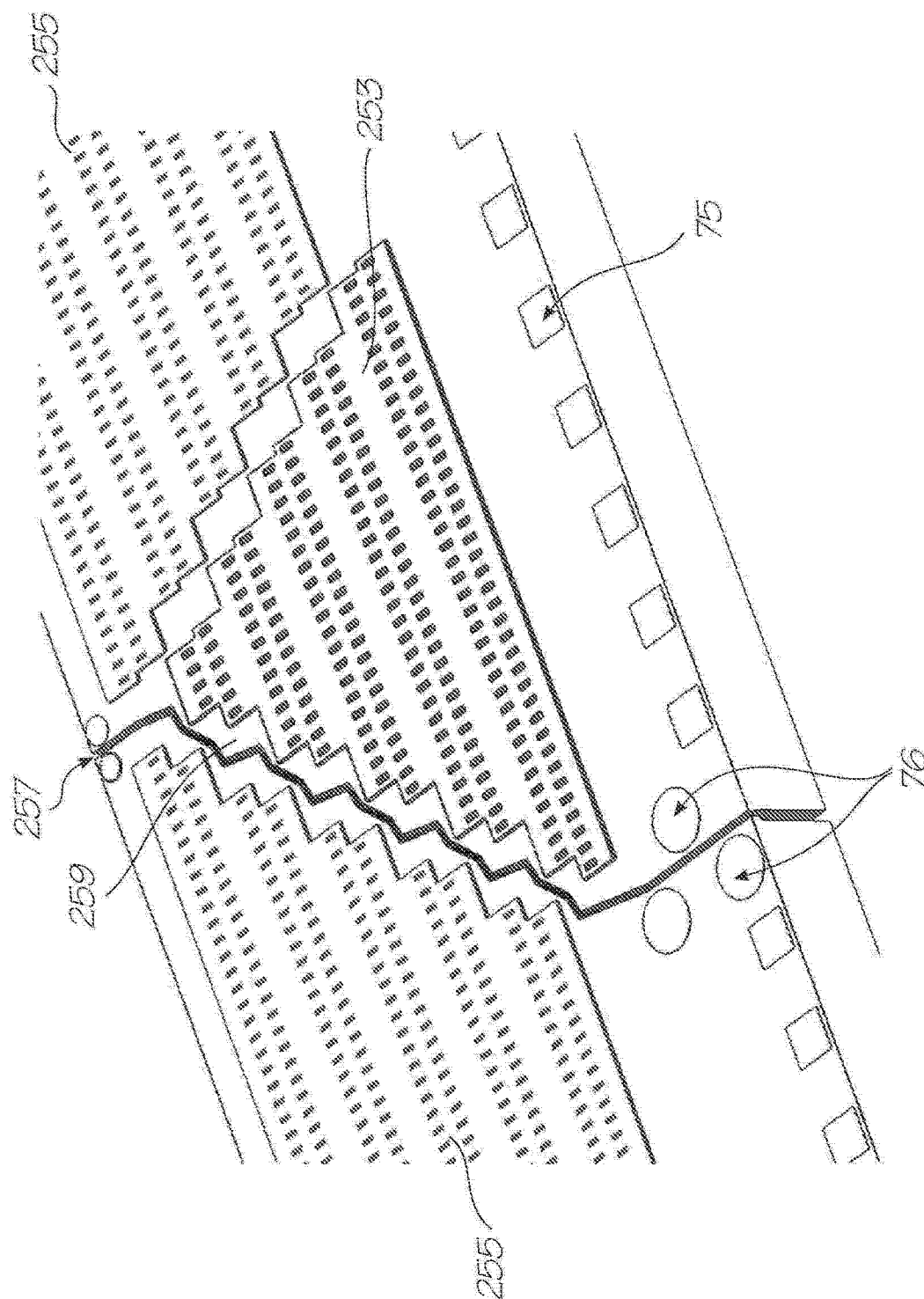


图 27

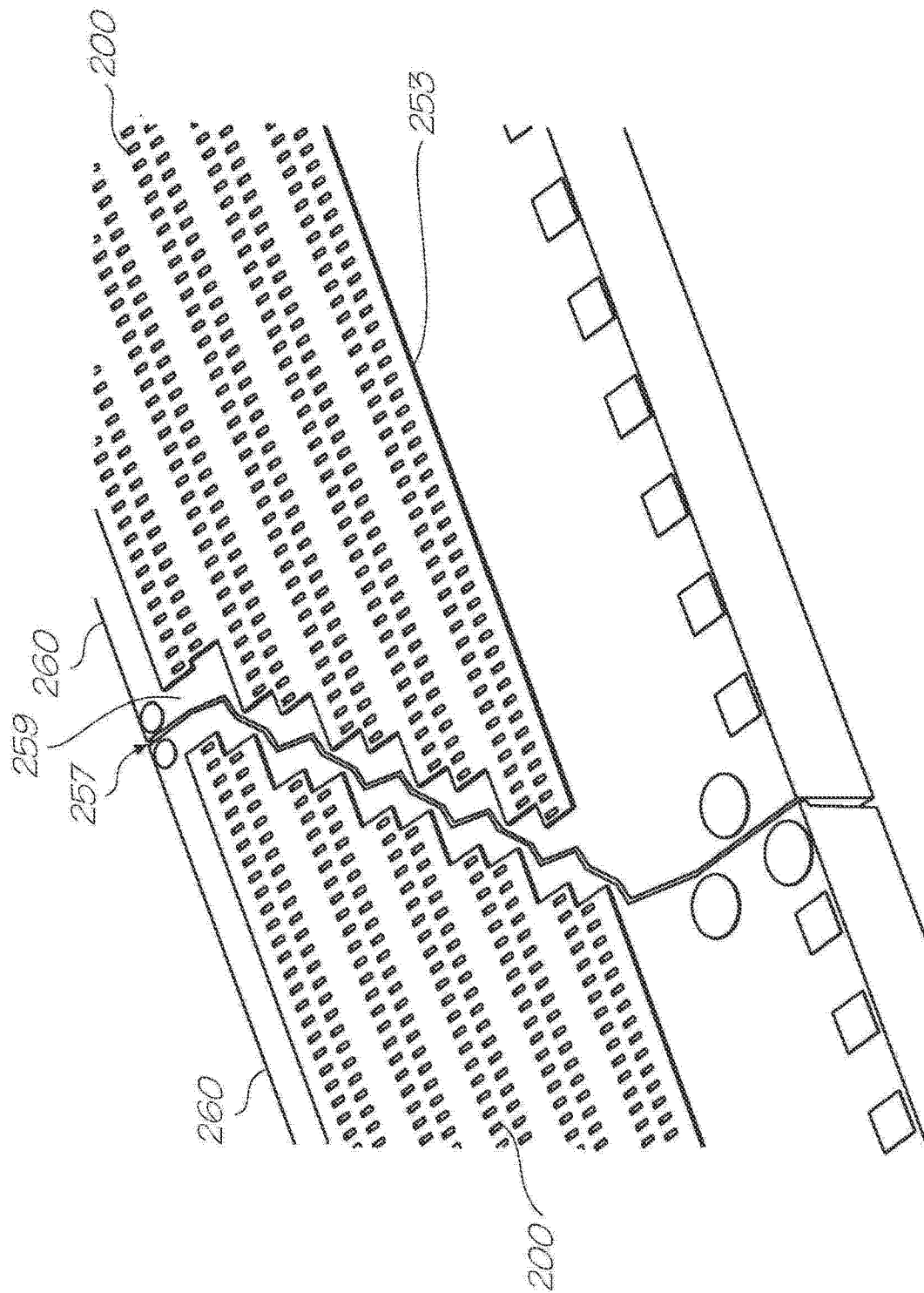


图 28

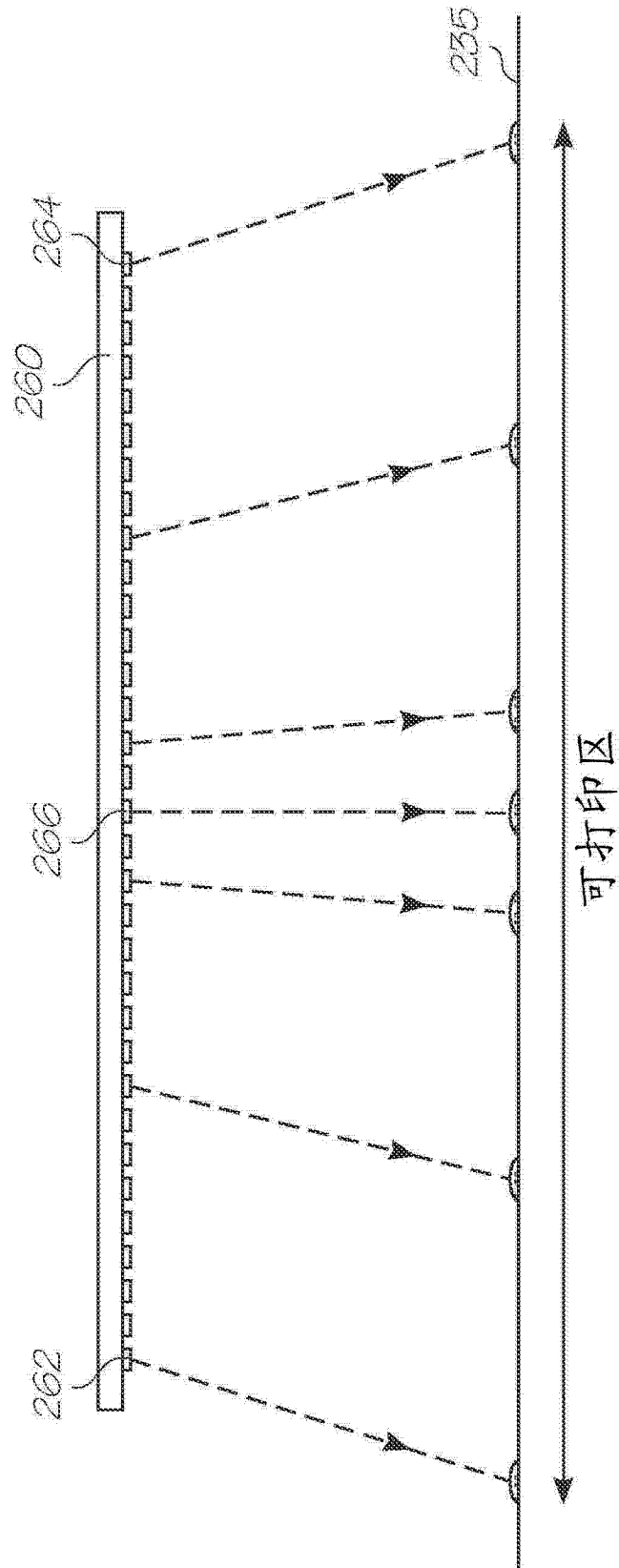


图 29

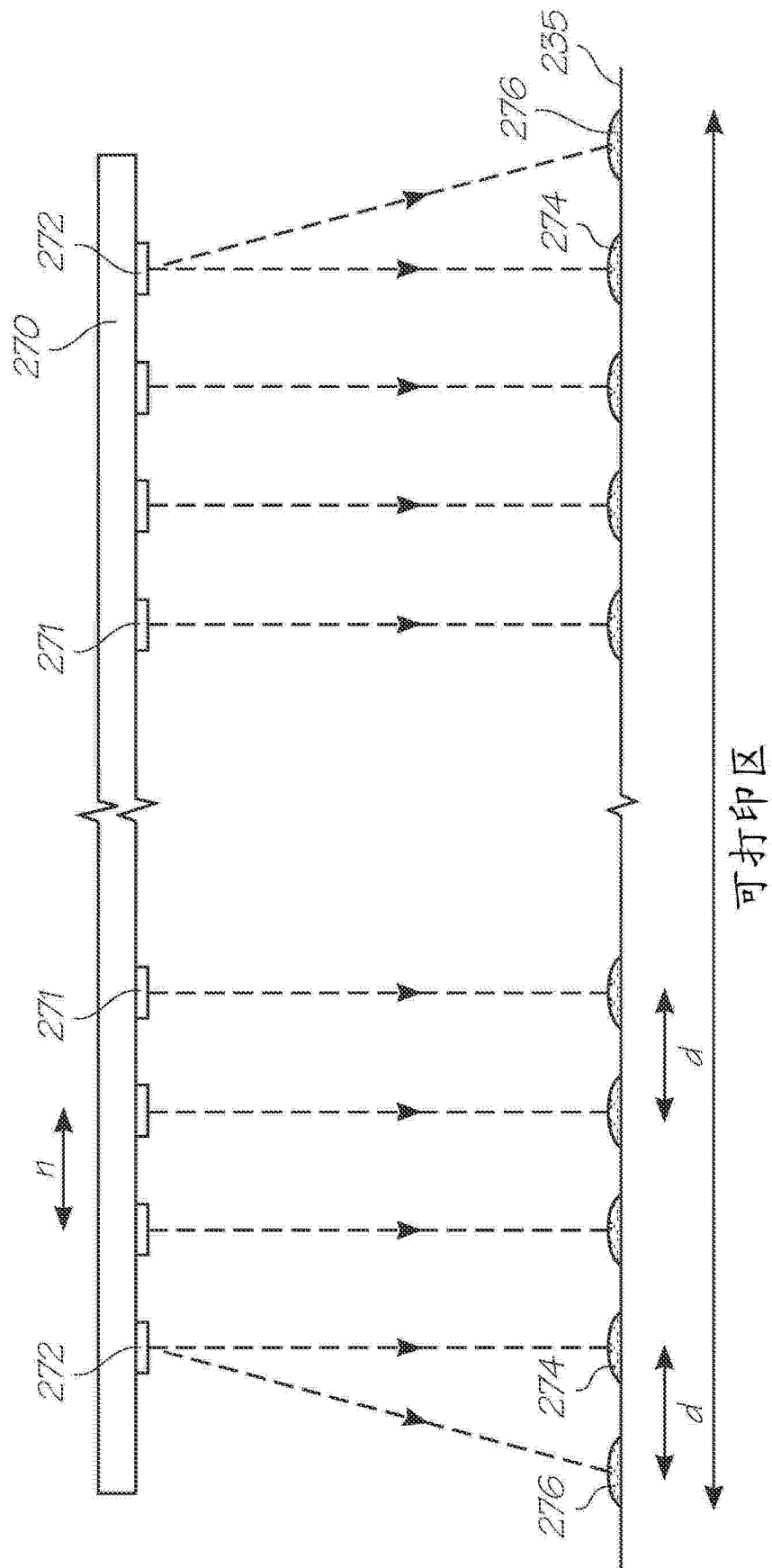


图 30

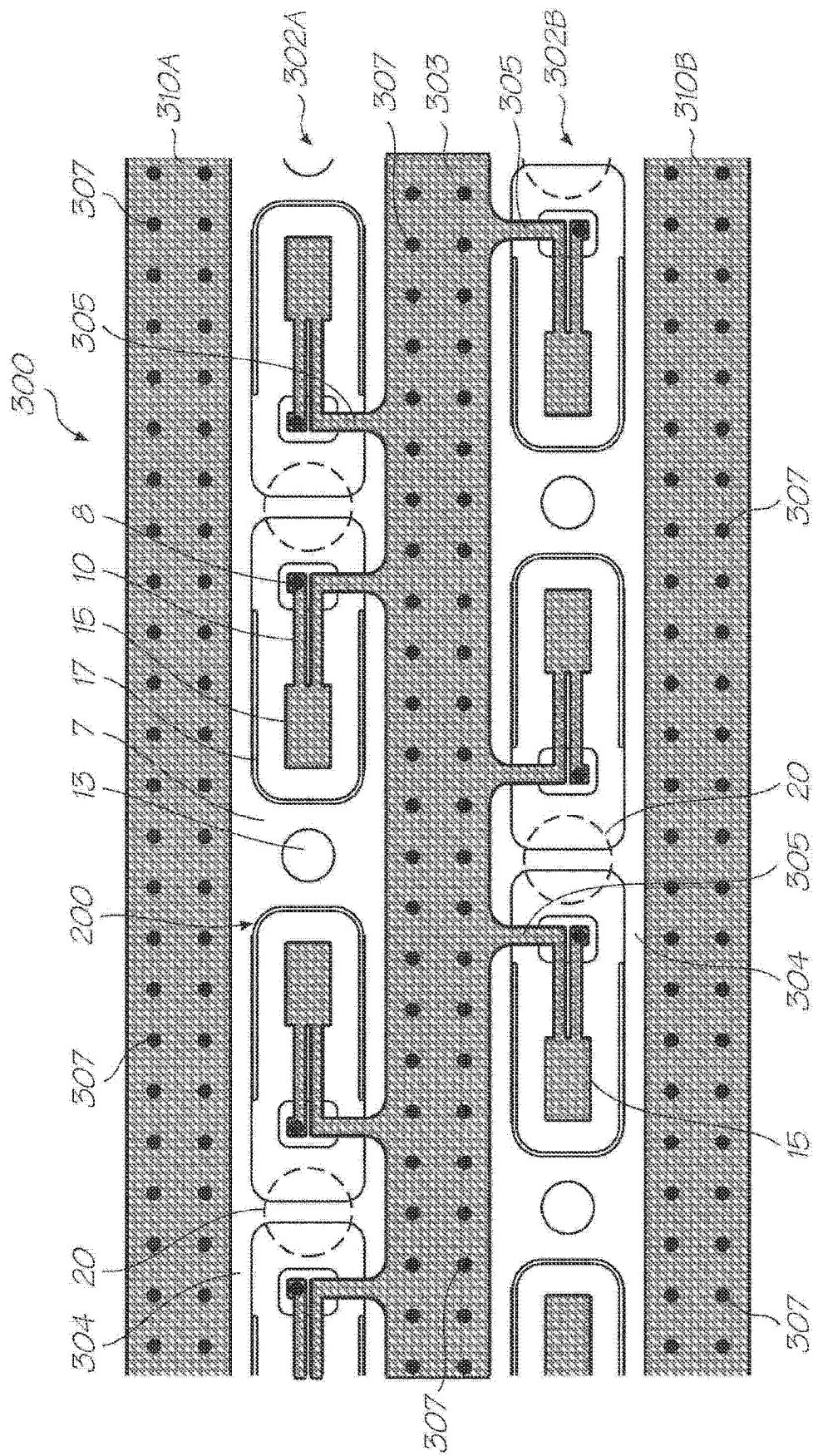


图 31

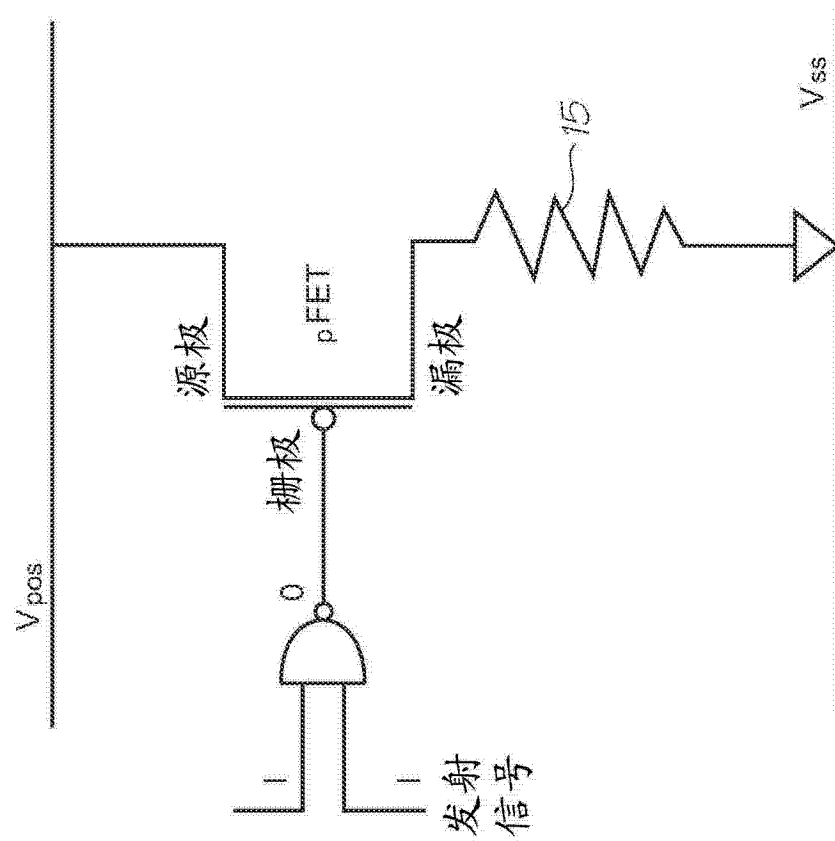


图 32

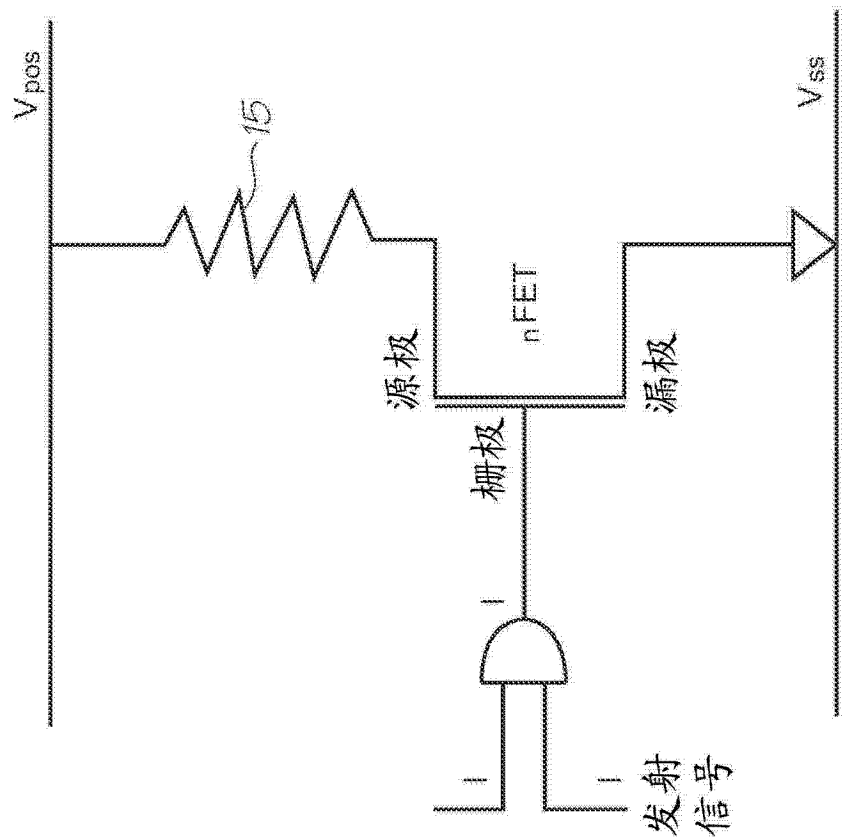


图 33

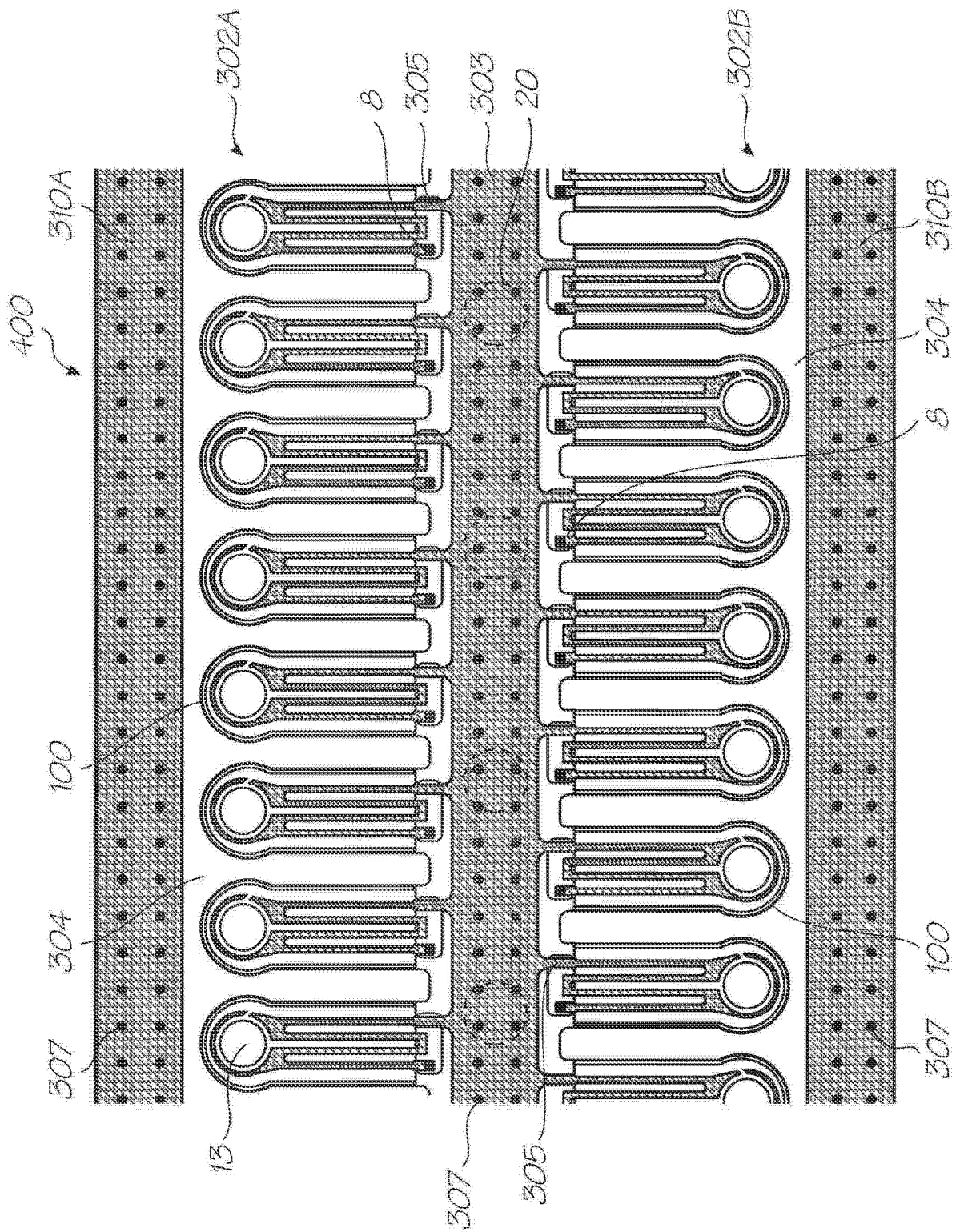


图 34