



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92110645.9

[45]授权公告日 1998年10月7日

[11] 授权公告号 CN 1040082C

[22]申请日 92.8.15 [24]颁证日 98.6.27

[21]申请号 92110645.9

[30]优先权

[32]91.8.16 [33]US[31]746,521

[73]专利权人 康帕克电脑公司

地址 美国得克萨斯州

[72]发明人 J·R·派斯 D·B·华莱士

D·J·海斯

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王忠忠 马铁良

[56]参考文献

US4,536,097	1985. 8.20	B41J3 / 04
US4,536,097	1985. 8.20	G01D15 / 18
US4,879,568	1989.11. 7	B41J3 / 046
US4,879,568	1989.11. 7	G01D15 / 16
US5,016,028	1991. 5.14	B41J2 / 045

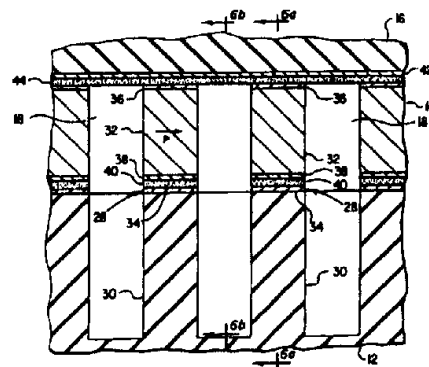
审查员 朱仁秀

权利要求书 5 页 说明书 23 页 附图页数 14 页

[54]发明名称 用于高密度喷墨印刷头的侧壁致动器

[57]摘要

一种侧壁驱动的高密度喷墨印刷头通道组。侧壁致动器包括一个顶壁、一个底壁和至少一个由上述顶壁、底壁和侧壁确定边界的细长的油墨限制通道，致动器侧壁包括一个由在垂直于一个第一通道的第一方向上极化的压电材料构成并连接于顶壁上的第一致动器侧壁、一个同第一致动器侧壁和底壁相连的第二致动器侧壁和横过第一致动器侧壁并垂直于极化方向施加电场的装置。当横过第一致动器侧壁施加电场时，致动器侧壁产生运动，从而在通道中产生一个喷墨压力脉冲。



权 利 要 求 书

1. 一个用于在喷墨印刷头通道组的第一个通道中传送压力脉冲的致动器侧壁，所述的通道组具有一个顶壁、一个底壁和至少一个轴向伸展的由一对相应的侧壁和所述的顶壁与底壁确定了边界的细长的油墨限制通道，所述致动器侧壁的特征在于包括：

一个第一致动器侧壁，它由在基本垂直于所述第一通道^{的第一方向}轴向伸展方向上极化的压电材料构成，该第一致动器侧壁具有顶侧和底侧，该顶侧与上述顶壁相连；

一个由上述底壁伸出并与其为一体的第二致动器侧壁，该第二致动器侧壁具有一个连接到第一致动器侧壁上的顶侧；

用于横过第一致动器侧壁并垂直所述极化方向产生电场的装置；

其中，所述的电场引起致动器侧壁的运动，从而向所述的第一通道传送一个压力脉冲。

2. 按照权利要求 1 所述的致动器侧壁，其特征在于，所述的电场引起第一致动器侧壁的剪切运动，第一致动器侧壁再牵引第二致动器侧壁作剪切状运动。

3. 根据权利要求 1 所述的致动器侧壁，其特征在于，所述的喷墨印刷头通道组还包括一个限制油墨的细长的第二通道，所述的第一和第二通道由致动器侧壁隔开，并且该致动器侧壁还包括：

用于横过所述第一致动器侧壁并基本垂直于极化方向产生一个第二电场的装置；



其中所述的第二电场引起所述致动器侧壁的第二个运动，从而向所述第二通道传送一个压力脉冲。

4. 根据权利要求 3 所述的致动器侧壁，其特征在于，第一和第二电场引起第一致动器侧壁的一个剪切运动，第一致动器侧壁牵引第二致动器侧壁做剪切状运动。

5. 根据权利要求 1 所述的致动器侧壁，其特征在于，第一致动器侧壁还包括第一段致动器侧壁，该段由在基本垂直于所述第一通道轴向伸展方向的一个第一方向上极化的压电材料构成，所述的第一段致动器侧壁具有一个同所述顶壁和一个底侧相连的一个顶侧，

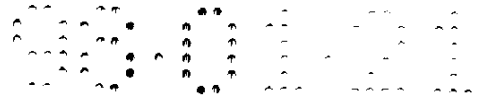
第二段致动器侧壁由在基本垂直于所述第一通道轴向伸展的方向的一个第二方向上极化的压电材料构成，所述的第一和第二方向彼此相反，所述的第二段致动器侧壁具有一个同所述第一段致动器侧壁的底侧相连的顶侧和一个同所述第二致动器侧壁顶侧相连的底侧。

6. 根据权利要求 5 所述的致动器侧壁，其特征在于，用于横过第一致动器侧壁并基本垂直于极化方向产生电场的装置还包括：

用于横过所述第一段致动器侧壁产生一个第一电场的装置；

用于横过所述第二段致动器侧壁产生一个第二电场的装置。

7. 根据权利要求 6 所述的致动器侧壁，其特征在于，第一电场引起第一段致动器侧壁的一个第一剪切运动，并且第二电场引起第二段致动器侧壁的一个第二剪切运动，该第二剪切运动与所述的第一剪切运动具有类似的取向，第二段致动器侧壁牵引处于剪切状运动中的第二致动器侧壁。



8. 根据权利要求 1 所述的致动器侧壁，其特征在于，第一致动器侧壁还包括：

第一段致动器侧壁，它由在基本垂直于第一通道轴向伸展方向的一个第一方向上极化的压电材料构成，上述第一段致动器侧壁具有同所述顶壁和一个底侧相连的一个顶侧；

第二段致动器侧壁，它由在基本垂直于第一通道轴向伸展方向的一个第二方向上极化的压电材料构成，所述的第一和第二方向彼此相反，该第二段致动器侧壁具有一个同所述第一段致动器侧壁的底侧相连的顶侧和一个底侧；

第三段致动器侧壁，它由在所述第一方向极化的压电材料构成，该第三段致动器侧壁具有一个同所述第二段致动器侧壁的底侧相连的顶侧和一个同所述第二致动器侧壁的顶侧相连的底侧。

9. 根据权利要求 8 所述的致动器侧壁，其特征在于，用于横过第一致动器侧壁并基本垂直于所述极化方向产生电场的装置还包括：

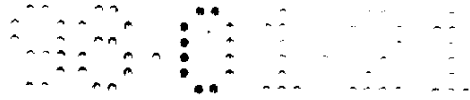
用于横过第一段致动器侧壁产生一个第一电场的装置；

用于横过第二段致动器侧壁产生一个第二电场的装置；

用于横过第三段致动器侧壁产生一个第三电场的装置。

10. 根据权利要求 9 所述的致动器侧壁，其特征在于，第一电场引起第一段致动器侧壁的一个第一剪切运动，第二电场引起第二段致动器侧壁的一个第二剪切运动，第三电场引起第三段致动器侧壁的一个第三剪切运动，所述的第一、第二和第三剪切运动具有同样的取向，第三段致动器侧壁牵引第二致动器侧壁作剪切状运动。

11. 根据权利要求 9 所述的致动器侧壁，其特征在于，第二致动器侧壁还包括：



一个第四段致动器侧壁，它由在第一方向极化的压电材料构成，所述的第一段致动器侧壁具有一个同第三段致动器侧壁相连的顶侧和一个底侧；

一个第五段致动器侧壁，它由在第二方向极化的压电材料构成，所述第五段致动器侧壁具有一个同第四段致动器侧壁的底侧相连的顶侧和一个底侧；

一个第六段致动器侧壁，它由在第一方向极化的压电材料构成，所述第六段致动器侧壁具有一个同第五段致动器侧壁的底侧相连的顶侧和一个与所述底壁相连的底侧。

12. 根据权利要求 11 所述的致动器侧壁，其特征在于它还包括：

用于横过第四段致动器侧壁产生一个第四电场的装置；

用于横过第五段致动器侧壁产生一个第五电场的装置

用于横过第六段致动器侧壁产生一个第六电场的装置。

13. 根据权利要求 12 所述的致动器侧壁，其特征在于，第一、二、三、四、五和六电场分别引起第一、二、三、四、五、六段致动器侧壁的第一、二、三、四、五、六剪切运动，第一、二、三、剪切运动的取向相一致，第四、五、六剪切运动的取向一致，并且第一、二、三剪切运动与第四、五、六剪切运动取向相反。

14. 根据权利要求 1 所述的致动器侧壁，其特征在于，第二致动器侧壁由同第一致动器侧壁相同方向极化的压电材料构成。

15. 根据权利要求 14 所述的致动器侧壁，其特征在于它还包括横过第二致动器侧壁产生电场的装置。

16. 根据权利要求 15 所述的致动器侧壁，其特征在于，横



过第一致动器侧壁的电场引起第一致动器侧壁的第一剪切运动，横过第二致动器侧壁的电场引起第二致动器侧壁的第二剪切运动，第一和第二剪切运动取向相反。

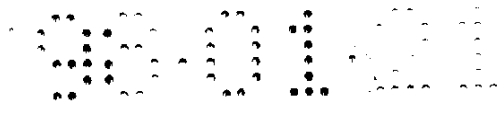
说明书

用于高密度喷墨印刷头的侧壁致动器

本申请涉及一种高密度喷墨印刷头，特别是涉及到用于高密度喷墨印刷头通道的侧壁致动器，该致动器向上述通道施加喷墨压力脉冲。

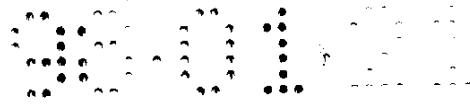
印刷机提供一种产生人类可读形式的永久性记录的手段。通常，印刷技术可以分为打击式印刷和非打击式印刷。在打击式印刷中，图象是通过打击位于纸面附近的墨带而形成的。打击式印刷技术又可以进一步分为成形字符印刷和字模印刷。在成形字符印刷中，击打墨带形成图象的部件由所要求字符的凸起的镜象构成，在字模印刷中，形成的字符是一系列紧密排列的点，这些点靠击打贴靠墨带的触针形成，有选择地击打触针，可以产生由点阵表示的任何字符。

非打击印刷通常比打击式印刷更可取，因为非打击式印刷具有较高的印刷速度并且对于印刷图表和照相铜版图象具有较好的适应性。非打击式印刷技术包括型版印刷、静电印刷和电子照排印刷。在型版印刷中，触针由电脉冲有选择的加热，并且该热产生一个显现在纸面上的印记，通常，该纸是经特殊处理的。在静电印刷中，在印刷元件和传导纸之间的电弧除去纸上不透明的涂层而露出一个对比色的底层。最好在电子照排印刷中，使用一种诸如激光光源使光导材料有选择地带电，将一种粉末调色剂吸附在带电区域，当调色剂与纸相接触时将被转送到纸面上，然后使之受热并熔化于纸上。



非打击式印刷的另一种形式通常称为喷墨印刷，喷墨印刷系统利用喷射微小墨滴的方法形成图象。这种装置可以产生高度重复和可控的微滴，从而可将微滴印在由数学化存贮和图象信息所确定的区域。大部份商业上实用的喷墨印刷系统通常可分为“连续喷墨”型喷墨印刷系统和“要求响应”型喷墨印刷系统，前者从印刷头连续喷射墨滴，并根据要求产生的图象将墨滴导向或背离纸面，后者是根据与要求产生的图象相关的特定指令由印刷头中喷射墨滴。

连续喷墨型喷墨印刷系统是基于从一个小孔中流出的液流而形成均匀的微滴。以前就已注意到，在压力下从直径大约为50—80微米的小孔喷射出的液体由于产生在射流上的表面张力波的扩张而趋于破碎成均匀的微滴，所述的张力波例如可由一个电子机械装置产生，该装置产生穿过液体的压力振荡。例如，在图1中可以看到示意的连续喷射型喷墨印刷机200，其中一个泵202从墨液204将油墨供到喷咀系统206，喷咀系统包括一个压电晶体208，它由晶体驱动器210提供的电压连续驱动，泵202将供给的油墨压到喷咀系统206中然后经喷咀212喷射成连续的液流，连续振荡的压电晶体208产生压力扰动，从而使连续的墨流破裂成均匀的微滴，并且由于电极214产生的静电场（通常称为充电电场）的存在使墨滴获得一种静电荷。利用高压偏转板216来控制所选择的带静电微滴的轨迹使之击向纸片218上的一个希望的位置，高压偏转板216也偏离纸片218折转未被选择的带静电微滴，并使之进入贮置器220供下次循环使用。由于微滴的小尺寸和精确轨迹的控制，连续喷射型喷墨印刷系统的印刷质量可以接近成形字符冲击印刷系统的质量。但是，连续喷射型喷墨印刷系统的缺点是，即使是不印

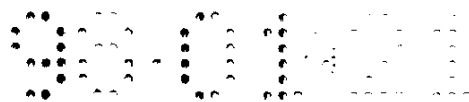


刷或只少许印刷时也必须喷射油量，这种必要条件使油墨减少并降低印刷系统的可靠性。

由于这个缺点，使人们对由电子机械感应的压力波产生微滴的方法增加了兴趣。在这种系统中，在与油墨直接或间接相连的压电材料上施加一个电压脉冲而使油墨的体积变化，这种体积变化引起油墨的压力/速度的瞬变并由此导致产生排出小孔的微滴。由于当需要微滴时才施加电压的，因此这种形式的喷墨印刷系统称为要求响应式的。例如，在图 2 中，示出了一种要求响应式的喷墨印刷机，喷咀系统 306 从贮墨器（未示出）中抽取油墨，一个驱动器 310 接收字符信息并根据该信息来驱动压电材料 308，例如，如果接收到的字符信息要求由喷咀系统 306 喷射墨滴，那么驱动器 310 就压电材料 308 上施加一个电压，然后电材料变形，在一定程度上迫使喷咀系统 306 由小孔 312 中喷射墨滴，然后喷射的墨滴将击中纸片 318。

在喷墨印刷机中使用压电材料已经公知，通常，压电材料是用于压电转换器中，在此，通过穿过压电材料施加一个电场并由此使压电材料变形而将电能转换成机械能的。这种使压电材料变形的性能经常被用来迫使从喷墨印刷机的载墨通道喷射油墨。使用压电材料变形来喷射油墨的一种上述的喷墨印刷结构包括一个环绕载墨通道的管状压电转换器，当转换器由施加的电压脉冲激励时，载墨通道被压缩并从中喷射出墨滴。例如，使用环形转换器的喷墨印刷机可以参见 Zoltan 的美国专利 US3857047。然而，压电转换器和相连的载墨通道的相当复杂的布置使得这种装置的制造相当费时和昂贵。

为了降低喷墨印刷头特别是具有压电致动器的喷墨印刷头的各载墨通道（或“喷咀”）的制造费用，一直希望生产一种具



有一排通道的喷墨印刷头，这些通道之间的间隔相当小。例如，如果喷墨印刷头的一排通道中相邻两通道的间距大约为 4~8 密耳将是非常希望的，在此，这样一种喷墨印刷头被定义为“高密度”喷墨印刷头。除了降低各载墨通道的制造费用外，由喷墨印刷头的变通道密度带来的另一个优点是提高印刷速度，然而，所提出的高密度喷墨印刷头内通道之间非常紧密的间隔一直是这种印刷头制造中的主要问题。

最近，在喷墨印刷头装置上使用剪式压电转换器越来越普遍。例如，Fischbeck 等人的美国专利 US4584590 和 4825227 描述了用于平行排列通道喷墨印刷头的剪式压电转换器，在这两个专利中，一系列端部敞开的平行排列的油墨压力腔由一个压电材料片盖住顶部，在压电材料片相对的两侧装有电极，正电极置于将压腔分开的垂直壁的上部，而负电极置于压腔之上，当通过两电极具有一个电场时，压电材料在垂直于电场的方向上被极化并以剪式形状变形，以便压缩油墨压腔。然而在这种结构中，大部分压电材料不起作用，此外，压电材料变形程度也小。

在 Nilsson 的专利 US4536097 中可以看到一种喷墨印刷头，它具有一排平行的通道并且用压电材料构成载墨通道的侧壁，喷墨通道组是由一系列相隔平行设置的压电材料带构成，且在两侧被第一和第二块板盖住。一块板由导电材料构成并作为所有压电材料带的共同电极，在压电材料带的另一侧，用电连接件实现限定各对压电材料通道的电连接。当向构成通道的两个压电材料带施加一个电压时，压电材料带将变窄和变高，从而使通道封闭的横截面变大，并将油墨吸入通道，当卸去电压时，压电材料带恢复到它们的原来形状，通道的体积减小并从中喷



出油墨。

喷墨印刷头具有一排平行的载墨通道并使用压电材料形成通道垂直壁的剪式致动器也已公知。例如 Bartky 等人的专利 US4879568 和 Michaelis 等人的专利 US4887100 均公开了一种喷墨印刷头，它使用压电材料作为各通道沿整个长度的垂直壁。在这些结构中，垂直通道壁由两个相对的压电材料极化片构成，它们相邻的设置并夹在顶壁和底壁之间以形成油墨通道。形成油墨通道后，就沿垂直通道壁的整个高度设置电极。当垂直于压电材料片的极化方向在两电极间产生一个电场时，垂直壁将变形，成剪式压缩喷墨通道。

本发明的目的是提供一种用于喷墨打印头通道组的侧壁致动器，这种侧壁致动器所用的有效压电材料的量较少，同时获得实际的侧壁致动器位移。

在本发明的一种结构中，具有一个喷墨印刷头通道组的致动器侧壁，所述的通道组包括一个顶壁、一个底壁和至少一个在轴向伸展的由上述顶壁、底壁和侧壁确定边界的限制油墨的细长通道。致动器侧壁包括一个第一致动器侧壁、一个与第一侧壁和底壁相连的第二致动器侧壁和横过第一侧壁施加电场的装置，其中，第一侧壁由在垂直于第一轴向伸展通道的第一方向上极化的压电材料构成并连接到顶壁之上，所述的施加电场的装置施加的电压垂直于上述极化方向。当通过第一侧壁施加电场时，致动器侧壁发生移动而在通道中产生一个喷墨压力脉冲。本发明的一个方面是，第一致动器侧壁产生剪切变形运动，从而牵引第二致动器侧壁产生剪切状运动。

本发明上述结构的另一个方面是，第一致动器侧壁可以包括二个、三个或多个由压电材料构成的小段，其中单数标号的小段在第一方向极化，而偶数标号的小段在也是垂直于通道的一个第二方向极化。设有横过各第一侧壁的小段并垂直于各第一和第二极化方向施加电场的独立的装置，以使各第一致动器



侧壁小段经历一种类似取向的剪切运动。本发明上述结构的又一方面是，第二致动器侧壁也可以包括一个、二个、三个或多个由极化压电材料构成的小段，而且由压电材料形成的单数标号的小段在第一方向极化，偶数标号的小段在第二方向极化，而且设有横过各段侧壁垂直于各第一和第二极化方向施加电场的独立装置，以使第二致动器侧壁的各段经历类似取向的剪切运动，并且第一和第二致动器侧壁产生相反取向的剪切运动。

在本发明的另一个结构中，具有一个用于喷墨印刷头通道组的致动器侧壁，其中的通道组具有一个顶壁、一个底壁和至少一个在轴向伸展的由上述顶壁、底壁和侧壁限定了边界的细长的油墨限制通道。所述致动器侧壁包括一个由在垂直于一个第一轴向伸展通道的方向上极化的压电材料构成的第一致动器侧壁、一个导电连接到顶壁和第一致动器侧壁上的第一导电材料层、一个与底壁相连的第二致动器侧壁和一个导电与第一、第二致动器侧壁相连的第二导电材料层。当在第一和第二导电材料层之间垂直于极化方向有一个电场时，致动器侧壁发生运动，从而在通道中产生一个喷墨压力脉冲。本发明这种结构的一个方面是，第一致动器侧壁发生剪切运动，从而牵引第二致动器侧壁产生剪切状运动。本发明这种结构的另一个方面是，第一致动器侧壁可以包括二个、三个或多个压电材料构成的小段，其中单数标号的小段在第一方向极化，偶数标号的小段在垂直于通道的第二方向极化。在上述结构中，设置相应数量的附加导电材料层，用于导电连接更多的侧壁小段，从而使第一侧壁的各段均经历一种类似取向的剪切运动。本发明上述结构的又一个方面是，第二致动器侧壁可以由一个、二个、三个或更多极化压电材料的小段构成，单数标号的压电材料小段在第一方向



极化，偶数标号的小段在第二方向极化，并且设有相应数量的导电材料层，用于导电连接更多的小段，以便第二致动器侧壁的每段均经历一个类似取向的剪切运动，并使第一和第二致动器侧壁产生相反取向的剪切运动。

通过附图，本领域的技术人员可以更好地理解本发明，本发明的许多目的、特征和优点也由此变得更加明显。

图 1 是连续喷射型喷墨印刷头的示意图；

图 2 是要求响应型喷墨印刷头的示意图；

图 3 是本发明喷墨印刷头的透视图；

图 4 是沿图 3 中 4—4 线并表示图 3 喷墨印刷头的一系列平行通道的放大的局部剖视图；

图 5 是图 3 喷墨印刷头的侧视图；

图 6a 是图 4 中沿 6a—6a 线的喷墨印刷头后部的放大的局部剖视图；

图 6b 是图 4 中沿 6b—6b 线的喷墨印刷头的后部放大的局部剖视图；

图 7 是图 3 的喷墨印刷头的后部在顶部被取走时的放大的局部透视图；

图 8a 是图 3 喷墨印刷头的一个单独的未偏斜的致动器侧壁的前视图；

图 8b 是图 8a 中的单个的致动器侧壁偏斜后的前视图；

图 9a 是图 3 示意的喷墨印刷头在其前壁被取走且所述的一系列平行通道的致动器侧壁偏斜后的另一种结构的前视图；

图 9b 是图 9a 示意的喷墨印刷头放大的局部前视图；

图 9c 是图 9b 形状的侧壁上静电场的图示分析；

图 10a 是图 8a 所示的未偏斜的致动器侧壁的第二种结构



的前视图；

图 10b 是图 10a 的致动器侧壁偏斜后的前视图；

图 11a 是图 8a 所示未偏斜的致动器侧壁的第三种结构的前视图；

图 11b 是图 11a 的致动器侧壁偏斜后的前视图；

图 12a 是图 9a 所示的未偏斜的致动器侧壁第四种结构的前视图；

图 12b 是图 12a 的致动器侧壁偏斜后的前视图；

图 13a 是图 8a 所示未偏斜的致动器侧壁第五种结构的前视图；

图 13b 是图 13a 的致动器侧壁偏斜后的前视图；

图 14 是图 3 中沿 14—14 线的喷墨印刷头另一种变换结构的局部剖视图；

图 15a 是图 3 的喷墨印刷头另一种变换结构的放大的局部前视图；

图 15b 是图 15a 的喷墨印刷头的第二个前视图，其中，它的前壁已被取下且平行排列的致动器侧壁发生了第一次偏斜；

图 15c 是图 15b 的喷墨印刷头发生第二次偏斜后的示意图；

图 15d 是图 15b 的喷墨印刷头在发生第三次偏斜后的情形。

在下列详细的描述中可能会出现部件编号顺序的不一致，目的是使本申请与先前参照的同类申请之间的编号尽可能地取得一致。

现在参见附图，其中的厚度和其它尺寸在各附图中均被放大，以进行必要的解释，并且一样的参照符号在各附图中表示



相同或类似的部件，图 3 中可以看到本发明的喷墨印刷头 10，喷墨印刷头 10 包括一个主体部分 12，它对准、配合并连接到中间体部分 14 上，而中间体 14 则对齐、装配和连接到顶部 16 上。在图 6a 中可更好地看到本发明的结构，其中，主体 12 继续向后伸展超过中间体 14 和顶部 16，从而在喷墨印刷头 10 上提供一个在其上安装喷墨印刷头控制器（在图 3 中不可见的表面，然而也完全可以考虑主体 12，中间体 14 和顶部 16 均具有相同的长度、这样，就需要将控制器 50 放在距喷墨印刷头 10 较远的地方。

在中间体 14 和主体 12 上开有许多具有特定宽度和深度的垂直槽，以形成许多压腔或通道 18（在图 3 中不可见），从而提供一排喷墨印刷头 10 的通道。在喷墨印刷头 10 的后部附近具有一个与通道 18 相通的集流腔 22（在图 3 中不可见），最好是该集流腔 22 包括一个在垂直于通道 18 的方向上穿过中间体 14 和顶部 16 而伸展的通道，如下面将要详细描述，集流腔 22 与一条外部油墨导管 46 相连，以提供一种从与外部油墨通道 46 相连的墨源 25 向通道 18 供墨的装置。

继续参见图 3，喷墨印刷头 10 进一步包括一个前壁 20，它具有一个前侧 20a，一个后侧 20b 和多个穿过它们的锥形小孔 26，前壁 20 的后侧 20b 分别与主体 12，中间体 14 和顶部 16 对齐、相配并连接，这样每个小孔 26 均与相应的一个在中间体 14 内形成的通道 18 相通，从而构成通道 18 的喷咀，最好是每个小孔 26 均定值于通道 18 的端部中心，为通道 18 提供喷墨咀。然而也可以考虑将每个通道 18 的端部作为印刷过程中的喷射墨滴的小孔，而不需要设置前壁 20 和小孔 26。也可以考虑变化包含小孔 26 的孔到 27 的尺寸，以使之依据预见的特殊喷墨印

刷头 10 的通道要求条件沿着前壁 20 覆盖各选择的长度。例如，在一种布置中，可以考虑孔到 27 的高度约为 0.064 英寸、长度约为 0.193 英寸并且有交错排列的大约 28 个小孔 26，其中相邻小孔 26 的中心距离大约为 0.0068 英寸。

在图 4 中可以看到沿图 3 中 4—4 线的喷墨印刷头 10 的放大的局部剖视图。可以清楚地看到，喷墨印刷头 10 包括许多平行间隔开的通道 18，每个通道 18 从顶部 16 沿中间体 14 和主体 12 的一部分伸展，并且纵向伸过喷墨印刷头 10。主体 12 和顶部 16 用惰性材料制成，例如不被极化的压电材料。侧壁致动器 28 将相邻的通道 18 隔开，每个侧壁致动器 28 均包括第一侧壁 30 和第 2 侧壁 32。第一侧壁 30 由惰性材料构成，例如不被极化的压电材料，而且在一个优选的结构中，它与主体 12 形成一个整体。第 2 侧壁 32 由压电材料构成，例如锆钛酸铅（或“PZT”），它可在垂直于通道 18 的方向“P”被极化。

安装在各第一侧壁 30 顶侧的是一个金属化导电层 34，例如一个金属片。与此类似，在各第二侧壁 32 的顶侧和底侧也分别装有金属化导电层 36 和 38，它们也可是金属片。一个导电的第一粘附层 40（如环氧树脂材料）导电地设置于金属化导电层 34 和 38 上。最后，顶部 16 的底侧装有金属化导电层 42，它通过第二导电粘附层导电地安置在第二侧壁 32 的金属化导电层 36 上。用这种方式确定了一系列通道 18，通道 18 由沿其底部的主体 12 的不极化压电材料，沿其顶部的导电粘附层 44 和一对侧壁致动器 28 来限定边界。每个侧壁致动器 28 被两个相邻的通道共享。第一侧壁 30 可具有与第二侧壁不同的高度，但已经发现，非极化压电材料的第一侧壁 30 和极化压电材料的第 2 侧壁 32 的高度比为 1.3 到 1 时使用非常满意。此外，在图 4 所

示的结构中使用了金属化导电层 34、36、38 和 42，然而发现，可以省去这些导电层，而不具有对本发明使用的不利影响。

在图 5 中可以看到高密度喷墨印刷头的侧视图，它清楚地示出了由墨源 25 向通道 18 的供墨装置。贮于墨源 25 的油墨经过外部油墨导管 46 供到一个在顶部 16 内垂直伸展的内部油墨导管 24，内部导管 24 可以设置喷墨印刷头 10 的顶部 16 内的任何位置，但最好使之穿过顶部 16 的中心。经过内部油墨导管 24 供给的油墨被传送到大致垂直并相连于各通道 18 而伸展的集流腔 22 中。集流腔 22 可形成于中间体 14 或顶部 16 之间，但在此表示的印刷头中，集流腔 22 位于顶部 16 内。由于通道 18 横过喷墨印刷头 10 的整个长度伸展，因此，一个复合材料的块体 48 堵住了通道 18 的后端，从而，供到通道 18 油墨在通道 18 被驱动时将被向前传送，并通过相应的一个锥形小孔 26 离开喷墨印刷头 10。

图 6a 是沿图 3 中 6a—6a 线的喷墨印刷头 10 的后部的剖视图，它示出了通道 18 的侧壁。在此也可以看到喷墨印刷头 10 的电连接。一个控制器 50，例如一个微处理机和其它集成电路，与隔开第一、第二侧壁致动器 30、32 的金属化导电层 34 电连接，还进一步看到，在图 6a 的结构中，由于控制器远距离放置，在此可以考虑将控制器装于主体 12 的向后伸展部分 12' 上。另一方面，每个将第二侧壁致动器 32 和顶部 16 隔开的金属相连。在图 6a 中，单个的导电层 34 与控制器 50 导电相连，而导电层 42 与地导电相连，显然各个侧壁致动器 3 具有类似构造的导电层 34 和 42，导电层 34 在印刷头 10 的后部向外伸展，导电层 42 接地。控制器 50 通过向选择的一个导电层 34 输送一系列正的和/或负的电荷来操纵喷墨印刷头 10。当顶部 16 和中间体 12



不导电，而粘附层 40、金属化导电层 38、中间体 14、金属化导电层 36，粘附材料层 44 和金属化导电层 42 均导电时，则穿过中间体 14 相对于所选择的金属导电层 34 产生一个压降，它将使包含具有压降的中间体的侧壁向一定的方向变形。从而通过在各侧壁致动器上有选择设置的电压，可以使通道 18 有选择地以给定的方式喷墨，从而形成要求的图象。

通道 18 有选择喷射的脉冲序列的精确组合可以变化，但不脱离本发明的精神。例如，一种合适的脉冲序列可以参考 Wallace, David B. 的文章“在要求响应式喷墨装置中用积分法形成墨滴的模型方法”，89-WA/FE-4 (1989)。广义的讲，用于侧壁致动器 28 的脉冲序列由正（或“+”）的程序段和负的（或“-”）程序段构成，正的程序段向由侧壁致动器 28 激发的通道 18 中传送压力脉冲，负的程序段向与上述被激发的通道 18 相邻的通道 18 中提供附加的压力脉冲，上述两通道 18 共享被驱动的侧壁 28。例如，在本发明的一种结构中，限定一个通道 18 的一对相邻侧壁致动器 28 的每个侧壁致动器 28 具有包括前述正负电压程序段的脉冲序列，但在相对的时间间隔内，所述的正和负的电压程序段分别加到两个侧壁致动器上，从而形成一个+，-，+，-电压模式，在施加电压后它将使每隔一个的另一个通道 18 喷射墨滴。在本发明的另一个结构中，限定第一通道的第一对相邻的侧壁致动器 28 可具有包括前述正、负电压程序段的脉冲序列，该电压在相对的时间间隔内分别施加到上述第一对侧壁致动器上，限定第二通道的第二对相邻的侧壁致动器 28 在这些时间间隔内电压没有施加在其上，从而形成一个+，-，0，0 的电压模式，其中，在施加电压后每隔三个的第四个通道 18 喷射油墨。还可进一步知道，通过有选择地将



电压施加到对应于每个侧壁致动器 28 的第一导电粘附层 40 上，可以产生众多的通道驱动模式。

图 6b 是沿线 6b-6b 的喷墨印刷头 10 后部的剖视图，它清楚地示出了经内部油墨导管和集流腔 22 到达通道 18 的供墨路径。在图 6b 中也可更清楚地看到块体 48，它通常由绝缘复合材料构成，用于堵住通道 18 的后端，从而使供到通道 18 的油墨一有压力脉冲触发即被向前传送。

图 7 表示了去掉顶部 16 和复合材料块体 48 后的喷墨印刷头的后部，以便于更清楚地示出高密度喷墨印刷头 10 结构的细节。在其中可以看到，在形成通道 18 时，最好是通过在预定区域锯切主体 12 和相连的中间体 14 来形成，金属化导电层 34 的部分被去掉，从而可将金属化导电层 34 用作各侧壁 30 的单独的电连接件，而金属化导电层 36 则用作每个侧壁 30 的各接地连接件。

在图 8a 中，可以看到喷墨印刷头 10 的一个单个致动器壁。侧壁致动器 28 包括第一致动器侧壁 30 和第二致动器侧壁 32，两者均沿着一条相邻通道 18 的整个长度伸展。第一侧壁 30 由不极化的压电材料构成，并与喷墨印刷头 10 的主体 12 形成一个整体。第二侧壁 32 由在垂直于相邻通道 18 的方向极化的压电材料形成，并且可导电地安装在高密喷墨印刷头 10 的顶部 16 上，正如前述的那样，顶部 16 也由电不极化的压电材料形成。第一和第二致动器侧壁 30、32 相互导电连接，例如，第一、二致动器侧壁 30、32 上可以分别带有一层由导电粘附层 40 相连一起的导电材料层 34、38。最后，第二侧壁 32 的顶侧通过导电连接的金属化导电层 36、42 被导电地连接到顶部 16。

图 8b 中表示了图 8a 的致动器壁当在金属化导电层 34 和



42 之间施加一个电场时的变形。当对金属化导电层 34 施加一个选择的电压时，则垂直于极化方向产生一电场，然后第二侧壁 32 将经历一个剪切变形，但是，当第二侧壁 32 的金属化导电层 36 受阻时，金属化导电层 38 将作切变运动，而导电层 36 则保持不动。由惰性材料构成的第一侧壁 30 不受电场的影响。然而，由于第一侧壁 30 连接在作剪切变形的第二侧壁 32 之上，第一侧壁 30 将受到第二侧壁 32 的牵引，从而由使第一侧壁 30 弯曲，在此称其为“剪切状运动”。由侧壁 28 的这种运动产生一个压力脉冲，该压力脉冲增加了由上述侧壁部分限定的相邻通道 18 的一个中的压力，从而造成在这之后立即使墨滴从通道 18 喷出，并加强了相邻通道 18 的另一通道中的压力脉冲。

现在参照图 9a 描述本申请高密度喷墨印刷头 10 的另一种排列结构的典型工作情况。在本发明的这种结构中，金属化导电层 34、38 和导电粘附层 40 被一个单独的导电粘附层 51 取代。同样，金属化导电层 36、42 和导电粘附层 44 被一个单独的导电粘附层 52 所取代。然而，为了省去上述金属化导电层而又保留高密度喷墨印刷头 10 满意的操作性能，必须将中间体 14 的表面 14b 和主体 12 的表面 12a 导电相连一起，其方式是易于向单独的导电粘附层 51 施加一个电压，并且必须将顶部 16 的表面 16a 和中间体 14 的表面 14a 导电相连，其连接方式是使上述两表面之间的单个导电粘附层 52 易于接地。

为了起动喷墨印刷头 10，控制器 50 (图 9a 中未示出) 响应一个代表欲印制图象的图象输入信号，并向选择的导电粘附层 51 施加具有预定大小和极性的电压，在此，粘附层 51 对应于在被触动的通道 18 的各侧上特定的那些致动器侧壁 28。例如，如果在导电粘附层 51 上施加一个正电压，那么就在从导电粘附层

51 向着导电粘附层 52 的方向产生一个垂直于极化方向的电场 E , 并且第二侧壁 32 将在垂直于通道 18 与前述第一方向相反的方向产生剪切变形运动。这样, 通过在限定通道 18 的相邻侧壁上施加相反性的等量电荷, 就可在两相邻侧壁之间的通道 18 中产生一个正的压力波, 然后, 经过压腔 18 的开口端部 28 或锥形小孔 26 排出墨滴。

在图 9b 中可以看到图 9a 中未触动状态下的一对侧壁致动器 28 和通道细的一个单个通道 18 的放大视图。由于在此所述的侧壁致动器 28 与图 9a 中所述的一样, 所以没必要作更进一步的描述。在侧壁致动器起动之前, 通道 18 中充满不导电的油墨。用于形成侧壁致动器的压电材料具有 3300 的相对介电常数, 不导电的油墨的相对介电常数为 1。用本发明的结构作过两个独立的试验, 第一个试验是施加一个 (+、-, 0、0……) 模式的电压而使每隔三个一个通道 18 被触动, 第二个试验是施加一个 (+, -, +, -, ……) 模式的电压, 每隔一个驱动一个通道。由于这两个试验间没有明显的差别, 下面只描述第二个试验的结果。在第二个试验中, 导电材料层 52 置于零电压, 导电材料层 51a 有正 1 伏的电压, 导电材料层 51b 有一 1 伏的电压, 这样一种电压分布引起中心通道 18' 的压缩。

在图 9c 中可以看到根据第二个试验的参数触动侧壁致动器 28 时所产生的静电场的图解分析。其中可看到, 在极化的压电材料中位移的大小使齿到齿和咀到咀的交调失真效应对于不导电油墨来说可忽略不计。一个没预料的结果是, 在不极化的压电材料中的电场值超过极化压电材料中的电场值 60%, 这种现象是由于电荷的流动受到压电材料的高介电常数的控制而产生的。此外, 在不极化压电材料中电场的方向是, 如果这种材

料被极化，则由于齿的不极化部分比极化部分长而使齿的位移增加 60% 以上，如果更长，且压电材料片件被极化时，位移还会更大。

虽然在本文中并没有介绍，但也用导电油墨作了类似的试验。在这样一个试验中，如果侧壁致动器 28 不被沿着充满导电油墨的通道相邻的侧壁致动器表面的一个导电材料薄层绝缘，那么导电油墨将使导电材料层 51、52 短路，因此，如果使用导电油墨可以考虑在通道的内部涂覆一平均厚度大约为 2 到 10 微米的不导电材料层。使用导电油墨时，除了需要不导电材料层外，喷墨印刷头的操作并没有明显区别。

在图 10a 中可以看到侧壁致动器 28 的第二种结构。该结构包括一个由不极化的压电材料构成并与主体 12 形成一个整体和由其伸出的第一侧壁 30，一个压电材料形成的第 2 侧壁 54 和一个也是由压电材料形成的第三侧壁 56。第二、第三侧壁 54、56 连在一起，从而其极化方向彼此相差 180° 。每个极化的压电材料侧壁 54、56 分别具有金属化材料的顶部和底部金属层 57 由第一导电粘附层 40 连接到第一侧壁 30 的金属化导电层 34 上，而第二侧壁 54 的第二金属化导电层 58 则由第三导电粘附层 64 连接到第三侧壁 56 第一金属化导电层 60 上。最后，第三侧壁 56 的第二金属化导电层 62 由第二导电粘附层 44 连接到顶部 16 上。导电层 58 和 38 互相连接并且保持相同的电位，通常为接地。通过在第二和第三侧壁 54、56 之间导电层施加一个电压产生一个电场，正如在图 10b 中看到的那样，除了每个侧壁 54、56 经历各自的剪切变形外，侧壁致动器的变形与前面所述的并没有明显差别。

参照图 11a 现在较详细地描述侧壁致动器 28 的第三种结



构。在该结构中，特别的是第一和第二侧壁均由极化压电材料构成，从而使极化的方向对齐。通过在两个极化压电材料部分 30、32 之间的表面施加电压来产生一个电场，顶部侧壁 32 的电场矢量相对于第一侧壁 30 的电场矢量成 180° ，从而，顶部和底部侧壁在相反的方向产生剪切变形。然而，为了得到相同的位移，需要不到该电压的一半。在此，侧壁致动器又包括一对侧壁。但是分别具有第一和第二金属化导电层 70 和 72、74 和 76 的第一和第二侧壁 66、68 均由活性材料制成。在此，第一导电粘附层 40 导电地将主体 12 的第一金属化导电层 34 连接到第一侧壁 66 的第一金属化导电层 70 上，一个第四导电粘附层 78 导电地将第一侧壁 66 的第二金属化导电层 72 与第二侧壁 68 的第一金属化导电层 74 相连，第二导电粘附层 44 导电地将第二侧壁 68 的第二金属化导电层 76 与顶部 16 的金属化导电层 42 相连接。然而，如图 11b 所示，在该结构中，两个侧壁 68、70 经历各自的剪切变形。

参见图 12a 现在详细描述侧壁致动器 28 的第四种结构。在此，侧壁致动器 28 包括一个由惰性材料制成的第一侧壁 30 和由活性材料构成的第二、第三和第四侧壁 80、82、84。每个活性侧壁 80、82 和 84 分别具有第一和第二金属化导电层 86 和 88、90 和 92 及 94 和 96。在该结构中，第一导电粘层 40 导电地将金属化导电层 34 和 86 相连，一个第三导电粘附层 98 导电地将金属化导电层 88 和 90 相连，一个第四导电粘附层 100 导电地将金属化导电层 92 和 94 相连，并且第二导电粘附层 44 导电地将金属化导电层 96 和 42 相连。由图 12b 可以看到，变形类似于图 8b 中描绘的那样。

参照图 13a 现在详细描述侧壁致动器 28 的第五种结构。在



此，侧壁致动器 28 包括第一、二、三、四、五、六侧壁 104、106、108、110、112 和 114，它们每个均由一种活性材料构成并且各具有分别连于其上的第一和第二金属化导电层 116 和 118，120 和 124，126 和 128，130 和 132，134 和 136，138 和 140。第一导电粘附层 40 导电地将金属化导电层 34 和 116 相连，一个第三导电粘附层 142 导电地将金属化导电层 118 和 120 相连，一个第四导电粘附层 144 导电地将金属化导电层 124 和 126 相连，一个第五导电粘附层 14 将金属化导电层 128 和 130 导电相连，一个第六导电粘附层 148 将金属化导电层 132 和 134 导电相连，一个第七导电粘附层 150 将金属化导电层 136 和 138 导电相连，第二导电粘附层 44 将金属化导电层 140 和 42 导电相连。由图 13b 可以看到，在本结构中所表示的侧壁致动器 28 的变形类似于图 11b 中表示的变形。

在图 14 中可以看到本发明的另一结构。在该结构中，喷墨印刷头 410 是由一个与中间体 14 结构相同的并配合连接到一个主体 412 上的中间体 414 构成的。与前述的一样，中间体 414 由在 P 方向极化的压电材料构成，并具有分别安于表面 414b、414a 上的金属化导电层 436、438。然而，该结构的主体 412 也由在 P 方向极化的压电材料构成并具有安放一导电材料层 434 的表面 412a。中间体 414 和主体 412 由一个导电粘附层 440 连在一起，粘附层 440 将主体 412 的金属化导电层 434 和中间体 414 和金属化导电层 438 导电连在一起。另外，金属化导电层 434 和 438 间的连接可以通过将二者低温焊接来达到。根据本发明的一个方面，更进一步的考虑是，在保持本发明满意效果的同时可以省去一个或两个金属化导电层 434 和/或 438。

主体 412 和中间体 414 导电连接以后，用机械加工方法形



成喷墨印刷头 410 的一排通道。由图 14 可以看到，一系列轴向伸展的基本平行的通道 418 由机械加工的槽构成，这些槽伸过中间体 414 和主体 412。最好进行的机加工过程使由其形成的每个通道均向下伸展，从而去掉了金属化导电层 436、极化压电材料的中间体 414、金属化导电层 438、导电粘附层 440、金属化导电层 434 和极化后电材料的主体 412 的一部分。

以这种方式形成的通道 418 包括一排喷墨印刷头通道和侧壁致动器 28，每个侧壁致动器 28 具有限定通道 418 侧面的第一和第二侧壁致动器部分 430、432。如在下面将要更详描述的，以上述方式通过形成平行排列的通道而为各通道 418 提供一种大致呈 U 形的侧壁致动器 450 (以模型表示于图 14 中)，该致动器包括在通道 418 两侧和主体 412 一部分上的第一侧壁致动器部分 430，主体 412 将在通道 418 相对两侧的第一侧壁致动器部分 430 相互连接。

继续参见图 14，喷墨印刷头的通道组是通过将不极化压电材料或其它惰性材料形成的一个第三块体 416 导电连接到中间体 414 的金属化导电层 436 上而形成的，第三块体 416 具有一单层的并有其底面 416a 上的金属化导电层 442。第三块体 416 将作为喷墨印刷头的顶部 416，它可用同前述的顶部 16 类似的方式来形成。为了完善喷墨印刷头通道组系统，顶部 416 的金属化导电层 442 由一个第二导电粘附层 444 导电连接到第二侧壁 432 的金属化导电层 436 上，最好是导电粘附层 444 先涂在金属化导电层 42 和顶部 416 上，然后再放到金属化导电层 436 上。如前所述，在本发明的一种结构中，可以考虑在保持高密度喷墨印刷头的满意效果同时去掉一个或两个金属化导电层 436 或 442。



为实现图 14 的平行排列通道的电连接而向各通道 418 提供一个大致呈 U 形的致动器 450，一个电连接件 452 在通道的一侧连接到 +1 伏的电压源上（未示出），在另一个实施例中，电连接件 452 可以是由导电粘附层 440 相互导电连接的金属化导电层 436 和 438，可以是低温焊接一起的金属化导电层 436 和 438，或是一个将表面 412a 和 414a 相连的一个单个的导电粘附层。第二个电连接件 454 接 -1 伏电压源。为实现平行排列通道的电连接，要将导电粘附层 444 接地。以这种方式，通道 18 就有了一个大致为 U 形的致动器 450，该致动器在连接件 452 和 454 之间具有 2 伏的压降，第一侧壁致动器在连接件 452 和地之间具有 +1 伏的压降，第 2 侧壁致器在连接件 454 和地之间具有 -1 伏的压降。一旦具有上述结构，当向连接件 405 施加一个 +, -, +, - 的电压模式以依据施加的电压来使相隔一个的通道 418 喷射墨滴时，则由 U 形致动器 450 和邻近通道 418 的一对侧壁致动器 432 的组合所产生的压缩和/或膨胀力要比侧壁致动器 28 施加在通道 18 上的力大得多。虽然具有一列平行通道（每个通道具有一个 U 形致动器）的高密度喷墨印刷头的尺寸易于变化而不脱离本发明的范围，但还是特别考虑体现本发明的喷墨印刷头的结构具有下列尺寸：

小孔直径：40 μm

PZT 长度：15 μm

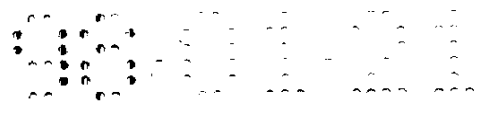
PZT 高度：120 μm

通道高度：356 μm

通道宽度：91 μm

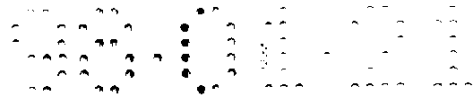
侧壁宽度：81 μm

在本发明上述的各种结构中，每个侧壁致动器 30 是一对相



邻通道 18 所共有的,并且可用来使这对通道的任何一个喷射油墨。例如,在图 9a 中,通过移动两个侧壁致动器 30 使通道 18 每隔一个被起动而将其压缩,其中致动器 30 构成了被起动通道 18a 的侧壁,相邻于被起动通道 18a 的通道 18b 不起动,然而,由于起动通道 18a 和不起动的通道 18b 共有各个侧壁致动器 30,所以,构成不起动通道 18b 的侧壁致动器 30 也要发生位移,其移动方式不过不会造成通道 18b 喷射油墨。在不起动通道 18b 内由侧壁致动器 30 产生的但对起动通道 18a 是必需的压力脉动通常称作“交调失真”。在一定条件下,如使用低粘度和低表面张力的油墨,由侧壁致动器 30 在相邻起动通道 18a 的未起动通道 18b 内产生的这种交调失真可能导致不起动通道 18b 不该有的触动。

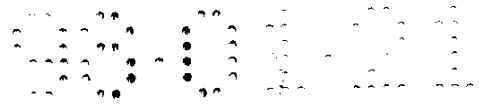
现在参照图 15a,详细描述图 3 所示的喷墨印刷头 10 之前壁 20' 的另一种结构,这种结构可消除或减小图 9a 中的喷墨印刷头 10 在操作时的交调失真。在本发明的这种结构中,一个孔列 27' 由小孔 26-1, 26-2, 26-3, 26-4, 26-5, 26-6, 26-7 组成,它们倾斜排列,特别是每个小孔 26-1 到 26-8 均穿过盖 20' 而分别与喷墨印刷头 10 的相应的通道 18-1, 18-2, 18-3, 18-4, 18-5, 18-6 相通,并且小孔如此组合,即在一个特定组中的每一个小孔 26-1 至 26-8 与也是该组中的相邻的小孔之间的运动方向“A”上的距离为“d”,在本发明的一种结构中,“d”值大约为 1/3 象素。例如,在图 15a 表示的孔列 27' 中,孔 26-1 和 26-2, 26-3, 26-4 和 26-5, 26-6, 26-7 和 26-8 分别形成了第一、二、三孔组,根据本发明构造的并具有象图 15a 那样的孔列的喷墨印刷头在工作期间,排在第一行的小孔 26-1, 26-4 和 26-7 被一起触动,第三行



小孔 26-3, 26-6 和 26-9 被一起触动, 这些触动均是通过压缩限定被触动通道侧壁的侧壁致动器 (图 15 未示出) 进行的, 以上述方式起动手孔 26-1 至 26-8 减小了交调失真效应。特别当 $t=1$ (参见图 15b) 时, 用图 9a 描述的方式横过第二侧壁 32 施加一正电压可同时驱动限定通道 18-3, 18-6 和 18-9 (其相当于第一行孔 26-3, 26-6 和 26-9) 的两个侧壁 28, 相应地, 通道 18-3, 18-6, 18-9 被压缩, 从而向在通道中的油墨传送一个压力脉动, 使墨滴从中喷出。由于限定这些通道的侧壁 28 只有一个被起动手, 从而减小了相邻通道 18-2, 18-4, 18-5, 18-7 和 18-8 不希望的起动手出现的可能性, 从而使传到不起动手通道的压力脉冲强度减小了一半。

在 $t=2$ (见图 15c) 时, 纸张在方向 "A" 移动了 $1/3$ 象素, 并且位于第二行的通道 18-1, 18-4, 18-7 (其相应于第二行小孔 26-1, 26-4, 26-7) 现在以类似的方式被起动手, 如前所述, 由于传入未起动手通道的压力脉冲强度减小了一半, 使通道 18-2, 18-3, 18-5, 18-6 和 18-8 不希望起动手的可能性得以减小。最后, 在 $t=3$ (见图 15d) 时, 纸张在方向 A 大约传送 $1/3$ 象素, 位于第三行的通道 18-2, 18-5, 18-8 (其相应于第三行小孔 26-2, 26-5, 26-8) 也以同样方式被起动手, 如上所述, 由于传入未起动手通道中的压力脉冲强度的减小, 减小了相邻通道 18-1, 18-3, 18-4, 18-6, 18-7, 18-9 不希望的起动手的可能性。

以上描述了高密度喷墨印刷头的各种侧壁致动器, 其中, 尽管减小了侧壁致动器中活性材料的数量, 但侧壁致器的位移却比在侧壁中含有大量活性材料的要大。然而本领域的普通技术人员知道, 除了上面特别提到的结构之外, 还可以对本发明作



出许多改进和变型，但不脱离本发明的精神，同样可清楚地知道，本发明的上述结构是作为一种补充，而不构成对本发明范围的限定。

说明书附图

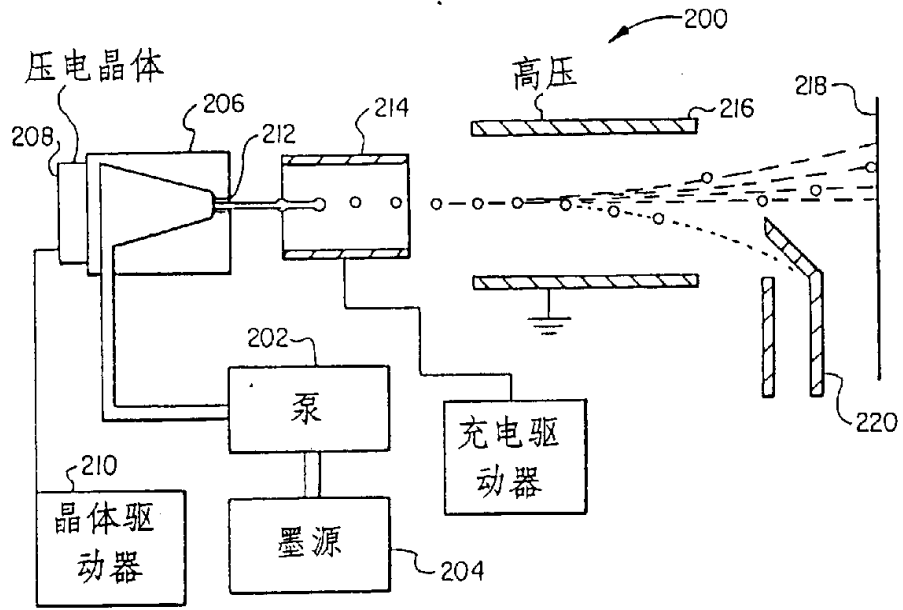


图 1

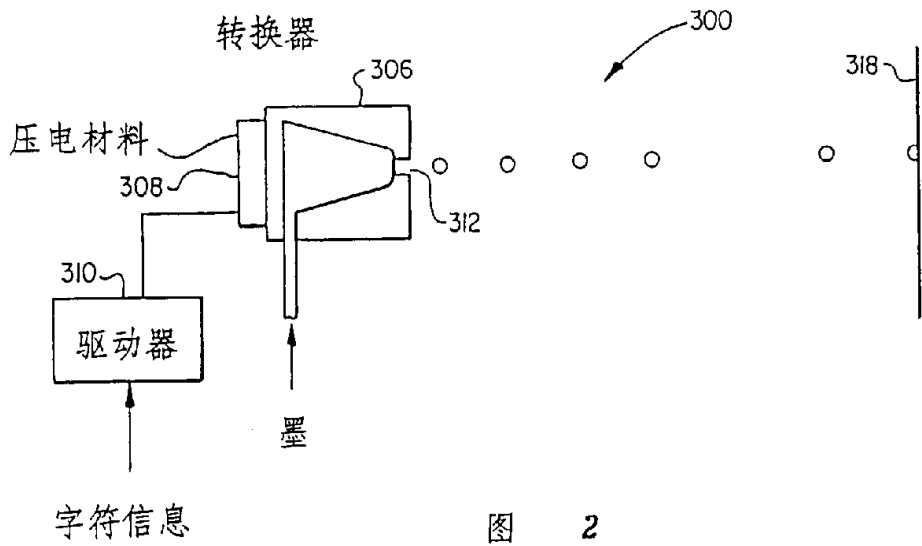


图 2

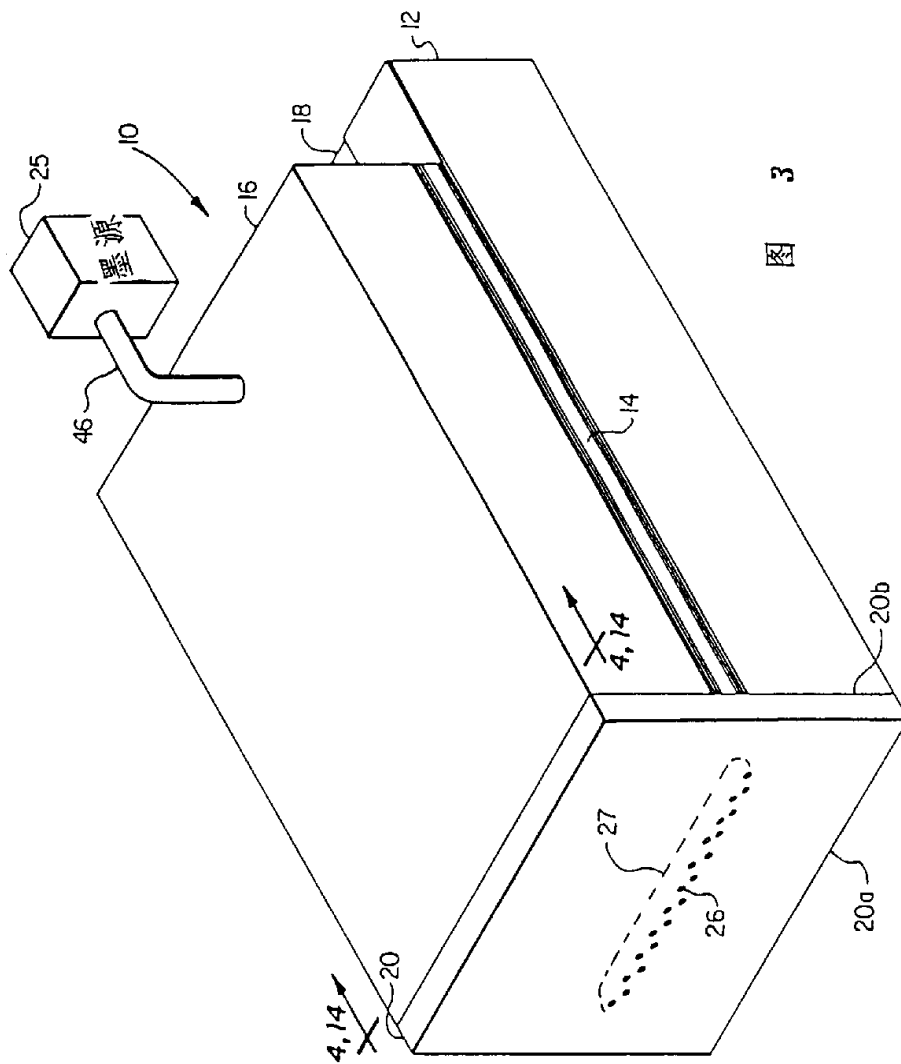


图 3

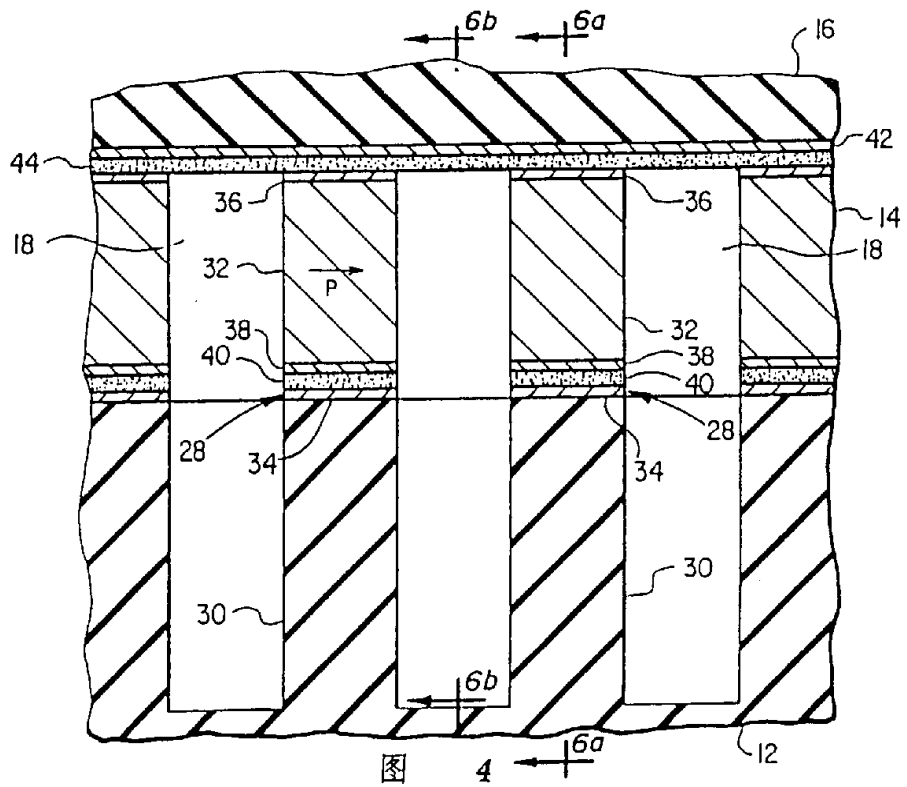


图 4

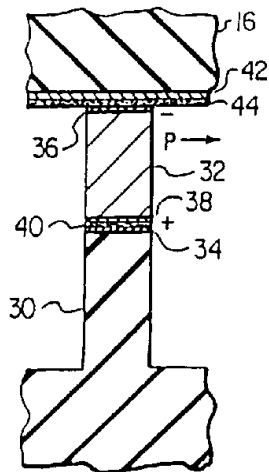


图 8 A

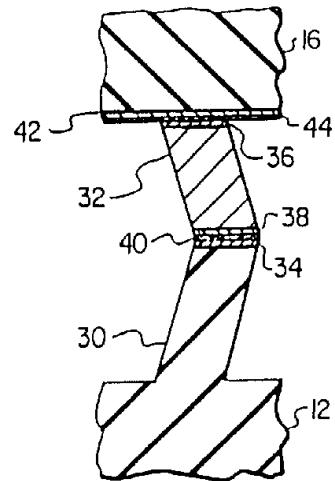


图 8 B

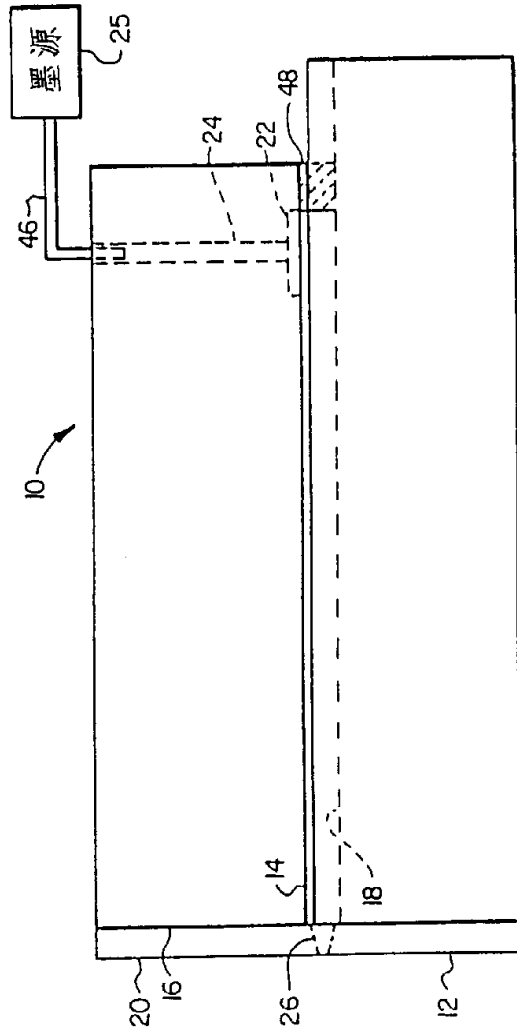


图 5

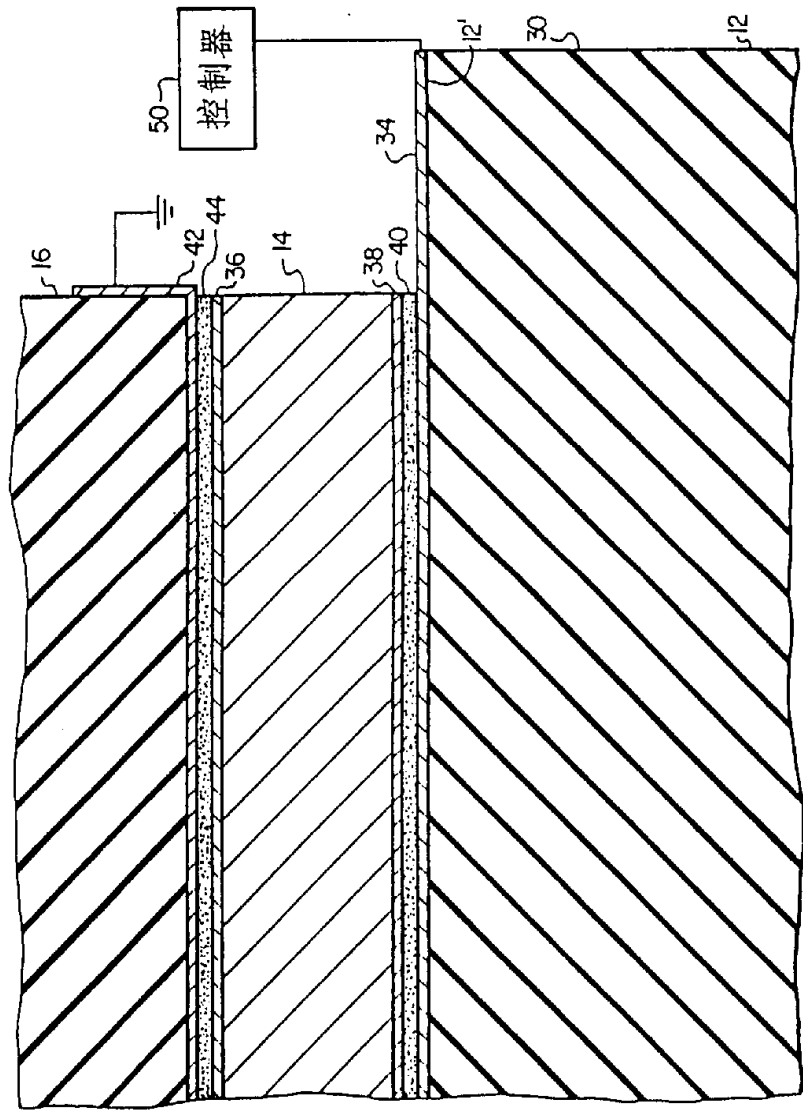


图 6 A

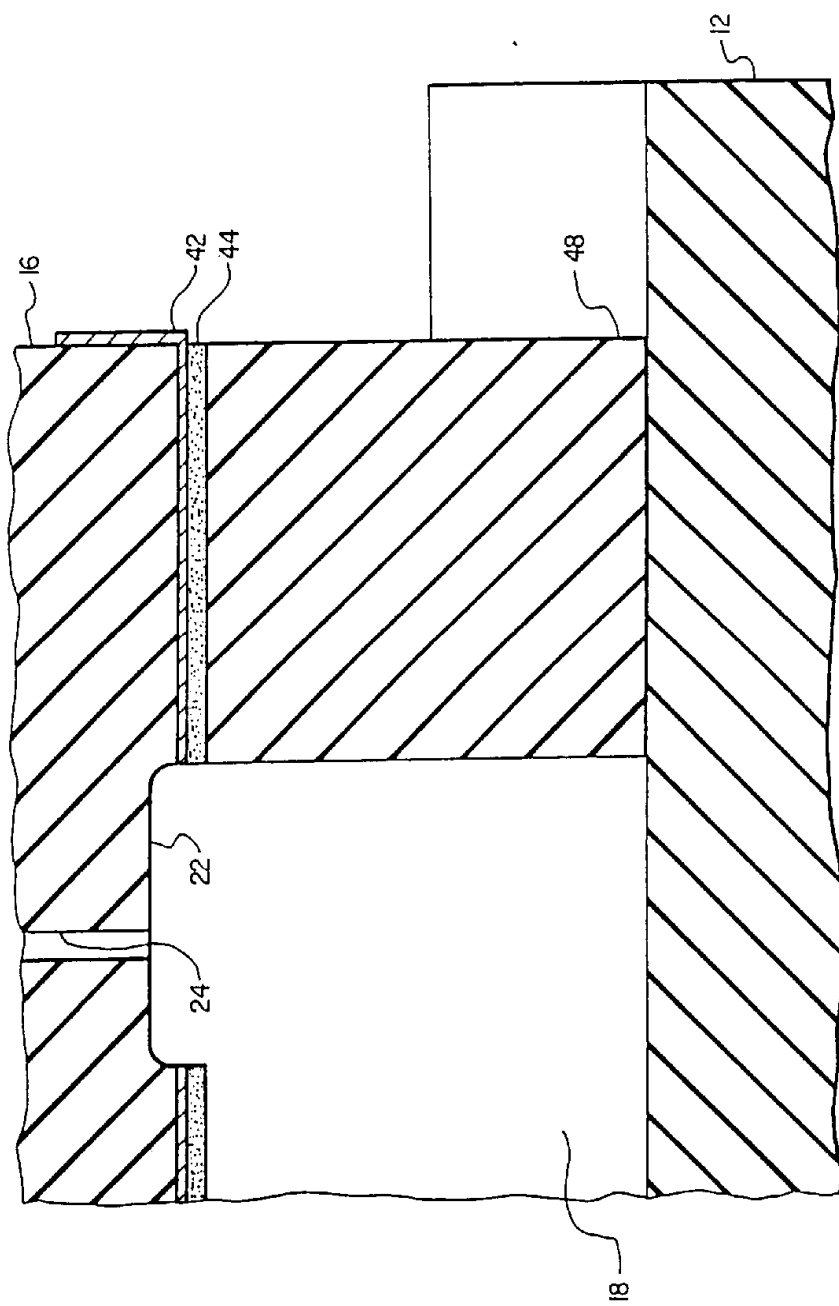


图 6B

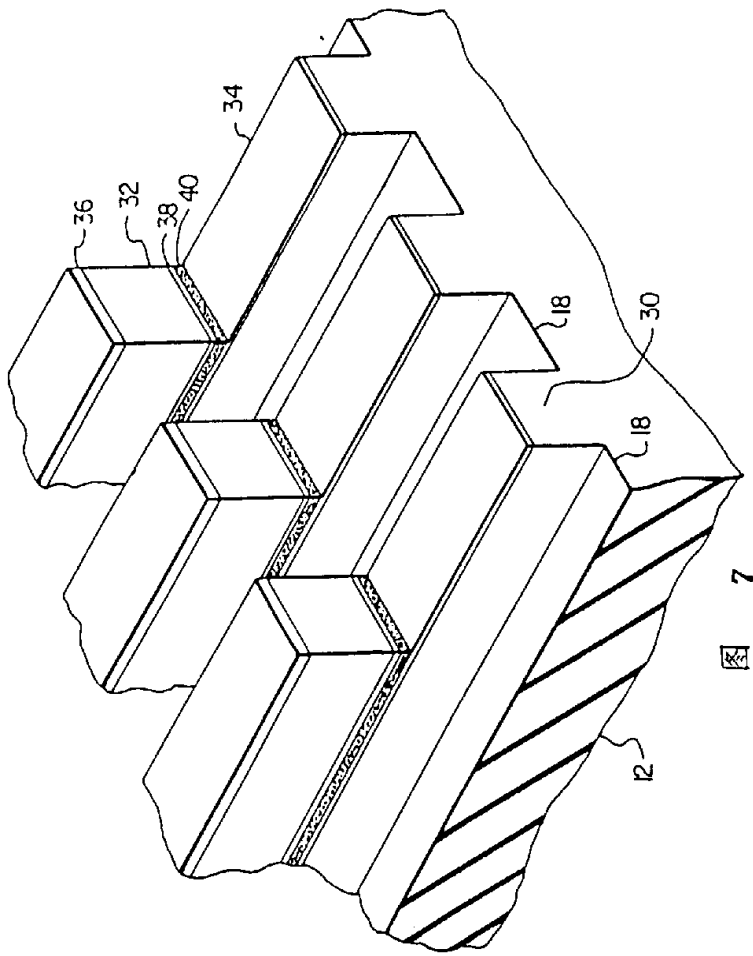


图 7

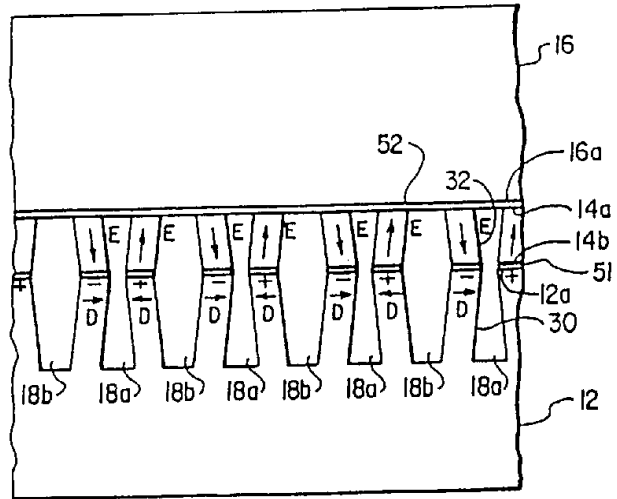











图 9 A

-  = 0.242 X 10⁷
-  = 0.483 X 10⁷
-  = 0.725 X 10⁷
-  = 0.966 X 10⁷
-  = 0.121 X 10⁸
-  = 0.145 X 10⁸
-  = 0.169 X 10⁸
-  = 0.193 X 10⁸
-  = 0.217 X 10⁸

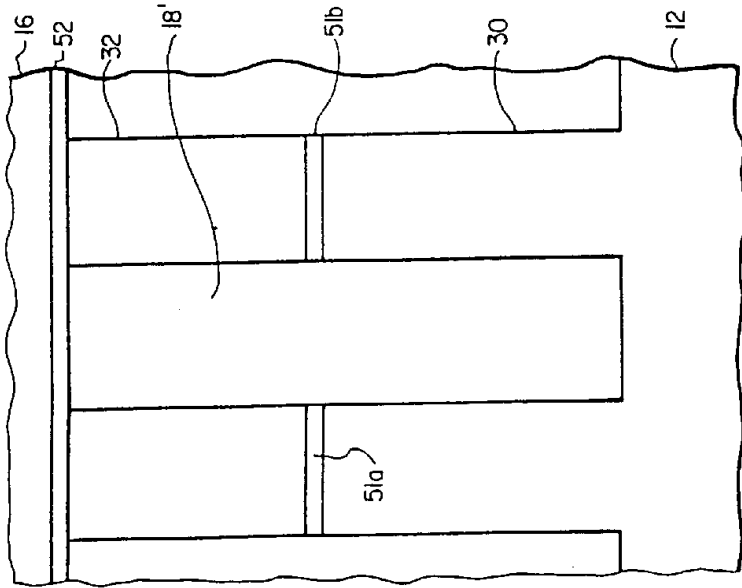
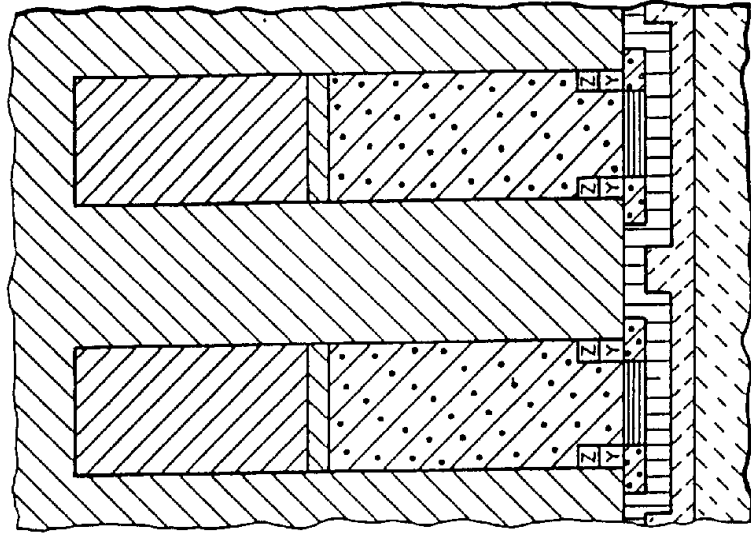


图 9B

图 9C

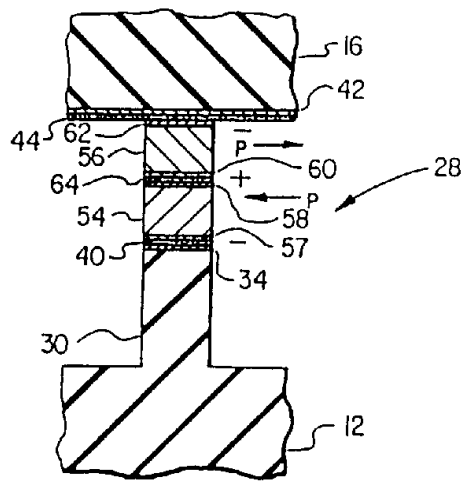


图 10 A

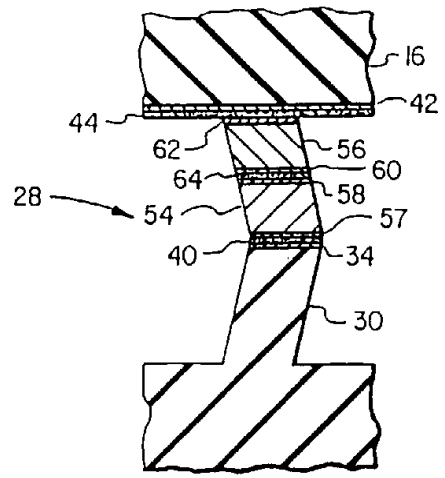


图 10 B

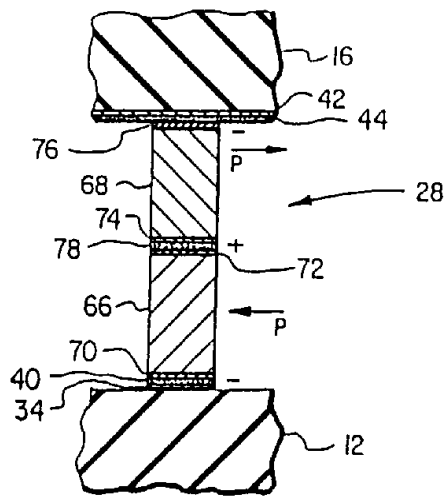


图 11 A

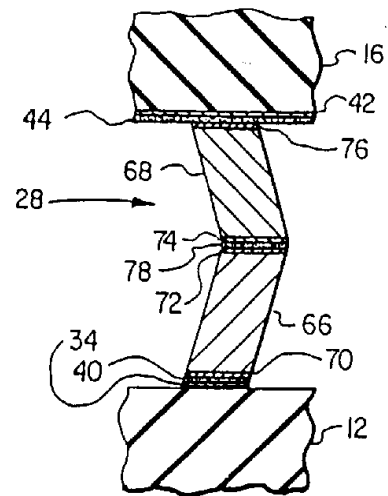


图 11 B

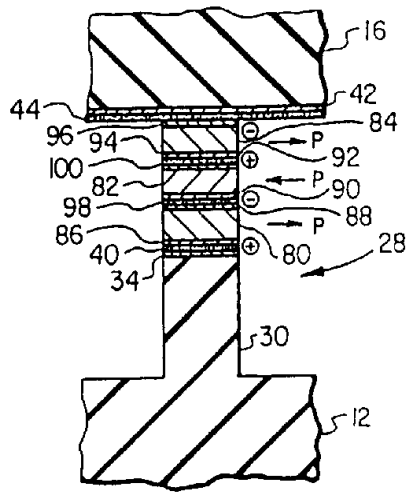


图 12 A

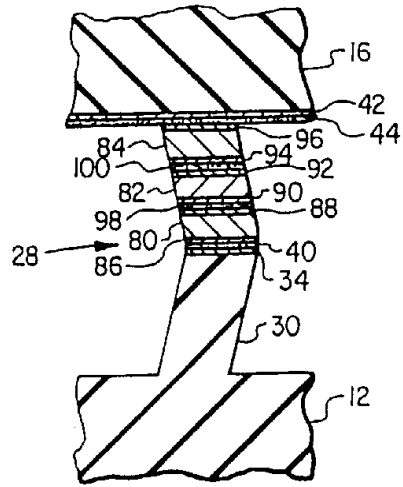


图 12 B

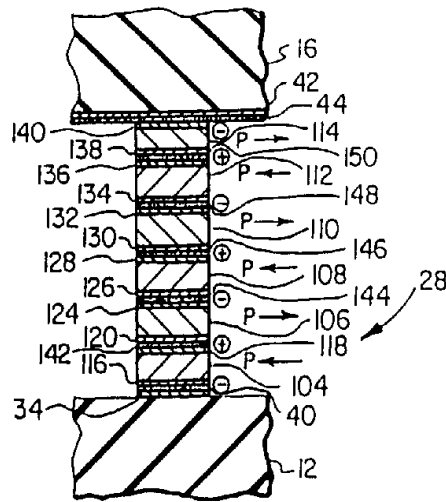


图 13 A

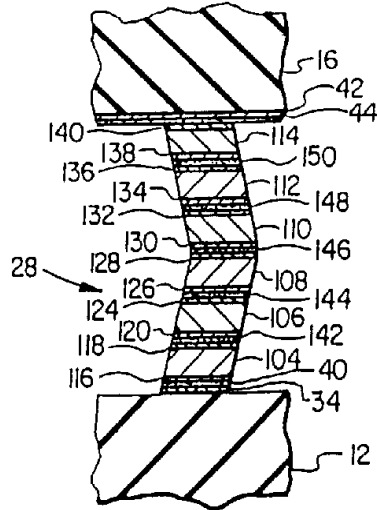


图 13 B

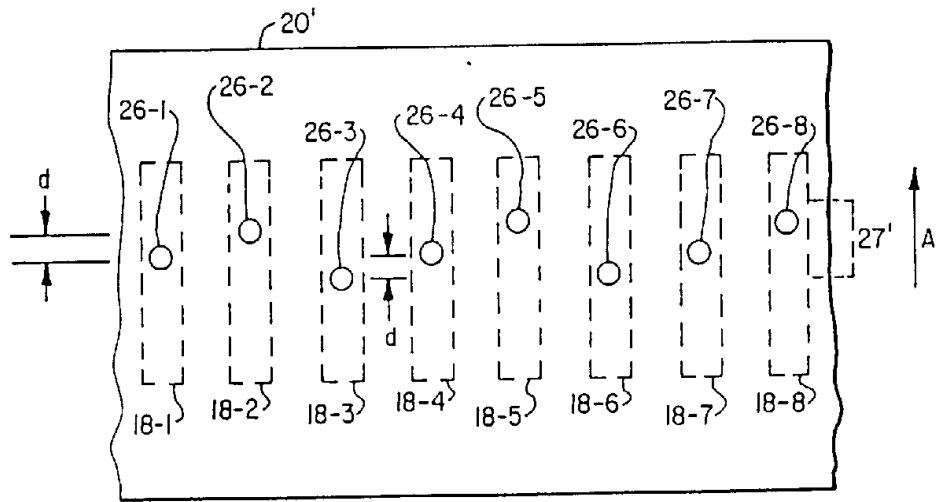


图 15A

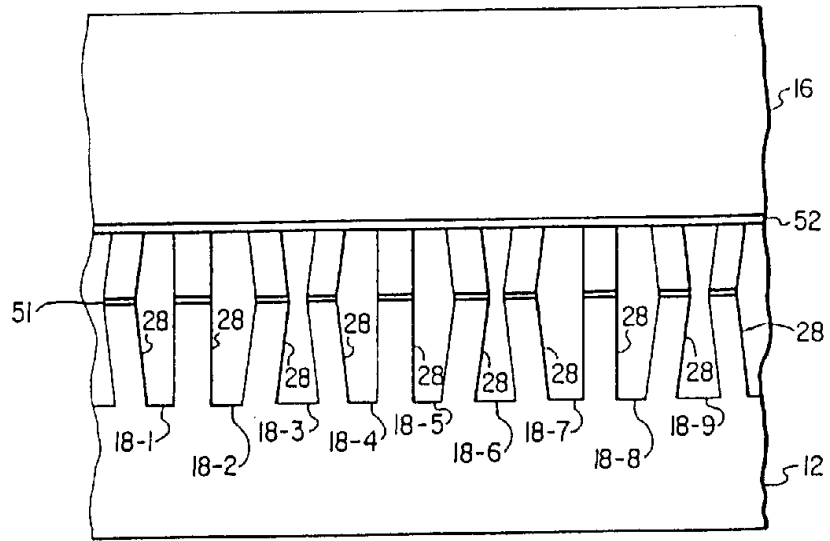


图 15B

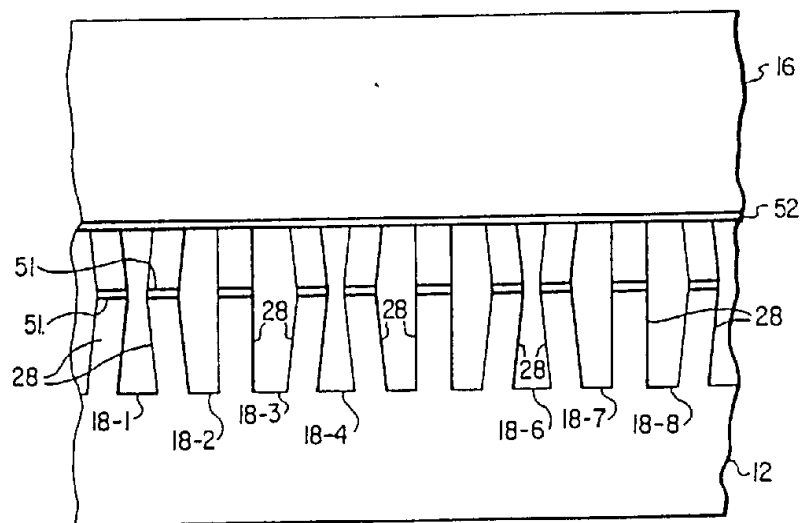


图 15C

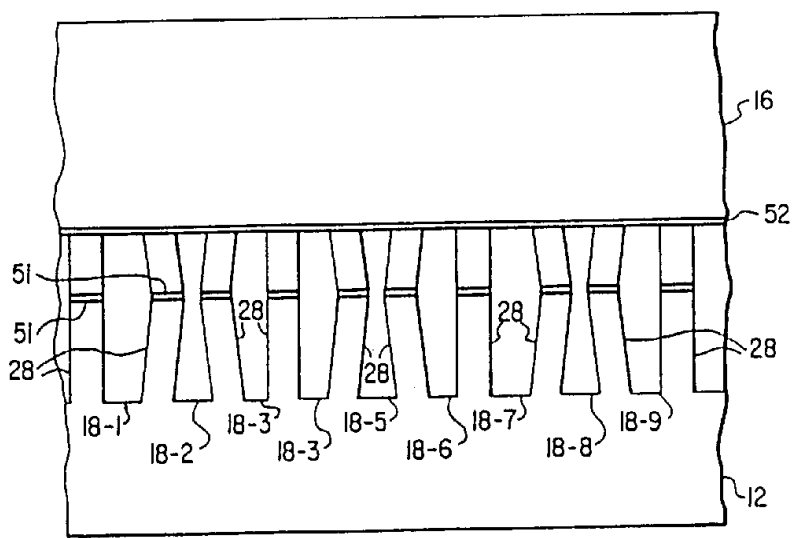


图 15D