

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B41J 2/085 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03823438.6

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100358723C

[22] 申请日 2003.9.30 [21] 申请号 03823438.6
[30] 优先权

[32] 2002.9.30 [33] US [31] 10/261,425

[86] 国际申请 PCT/US2003/030953 2003.9.30

[87] 国际公布 WO2004/030912 英 2004.4.15

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.30

[73] 专利权人 迪马蒂克斯股份有限公司

地址 美国新罕布什尔州

[72] 发明人 罗伯特·A·哈森贝恩

保罗·霍伊辛顿

安德烈亚斯·比布尔

[56] 参考文献

US6385407B 2002.5.7

US4233610A 1980.11.11

US4730197A 1988.3.8

JP2001277496A 2001.10.9

审查员 袁雪莲

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马高平 杨 梧

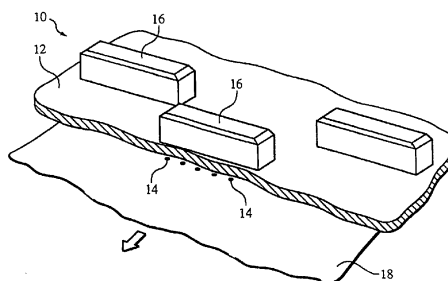
权利要求书 5 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

微滴喷射器

[57] 摘要

本发明公开了一种流体微滴喷射器，其包括一界定出多个流体通路的主体，每个流体通路包括具有一流体限制器的一入口、一泵送室、以及与泵送室连通用于排出流体微滴的一喷嘴开口。一致动器与每个泵送室相关联。泵送室具有一足够短的最大尺寸并且流体限制器提供足够的流动阻力，一实现在 0 到 40kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴速度和/或体积与频率响应的比。本发明还公开了流体微滴喷射器，其中入口流动阻力与泵送室流动阻抗的比率在 0.05 和 0.9 之间，泵送室具有一压力波在泵送室中的延迟时间常数，该常数小于 25 微秒。



1. 一流体微滴喷射器，其包括：

一主体，其界定出多个流体通路，每个所述流体通路包括具有一流体限制器的一入口、一泵送室、以及与所述泵送室连通的、用于从中排出流体微滴的一喷嘴开口，和

与每个所述泵送室相关联的一致动器，

其中所述泵送室具有足够短的长度并且所述流体限制器提供足够的流动阻力，以实现在 0 到 40 kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴速度与频率响应的比。

2. 如权利要求 1 所述的微滴喷射器，其中所述流体微滴速度与频率相应的比在 0 到 60 kHz 的微滴频率范围上的变化小于 $\pm 25\%$ 。

3. 如权利要求 1 所述的微滴喷射器，其中所述流体微滴速度与频率相应的比在 0 到 80 kHz 的微滴频率范围上的变化小于 $\pm 10\%$ 。

4. 如权利要求 1 所述的微滴喷射器，其中所述主体具有一上表面和一下表面，并且所述泵送室被形成在所述上表面中，沿纵轴从所述入口处的一第一端到一第二端延伸，并且其中所述主体具有从所述泵送室的第二端下行至所述喷嘴开口的一喷嘴流动通路。

5. 一流体微滴喷射器，其包括：

一主体，其界定出多个流体通路，每个所述流体通路包括具有一流体限制器的一入口、一泵送室、以及与所述泵送室连通的、用于从中排出流体微滴的一喷嘴开口，其中所述流体限制器包括多个柱体，和

与每个所述泵送室相关联的一致动器，

其中所述泵送室具有足够短的长度并且所述流体限制器提供足够的流动阻力，以实现在 0 到 40 kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴体积与频率响应的比。

6. 如权利要求 5 所述的微滴喷射器，其中所述流体微滴体积与频率相应的比在 0 到 60 kHz 的微滴频率范围上的变化小于 $\pm 25\%$ 。

7. 如权利要求 5 所述的微滴喷射器，其中所述流体微滴体积与频率相应的比在 0 到 80 kHz 的微滴频率范围上的变化小于 $\pm 10\%$ 。

8. 如权利要求 5 所述的微滴喷射器，其中所述主体具有一上表面和一

下表面，并且所述泵送室被形成在所述上表面中，沿纵轴从所述入口处的一第一端到一第二端延伸，并且其中所述主体具有从所述泵送室的第二端下行至所述喷嘴开口的一喷嘴流动通路。

9. 一流体微滴喷射器，其包括：

一主体，其界定出多个流体通路，每个所述流体通路包括具有一流体限制器的一入口、一泵送室、以及与所述泵送室连通的、用于从中排出流体微滴的一喷嘴开口，和

与每个所述泵送室相关联的一致动器，

其中所述泵送室具有一泵送室流动阻抗，所述入口具有一入口流动阻力，并且其中所述入口流动阻力与所述泵送室流动阻抗的比率在 0.05 与 0.9 之间。

10. 如权利要求 9 所述的微滴喷射器，其中所述入口流动阻力与泵送室流动阻抗的比率在 0.2 到 0.8 之间。

11. 如权利要求 9 所述的微滴喷射器，其中所述入口流动阻力与泵送室流动阻抗的比率在 0.5 到 0.7 之间。

12. 如权利要求 9 所述的微滴喷射器，其中所述主体具有一上表面和一下表面，并且所述泵送室被形成在所述上表面中，沿从所述入口处的一第一端到一第二端延伸，并且其中所述主体具有从所述泵送室的第二端下行至所述喷嘴开口的一喷嘴流动通路。

13. 一流体微滴喷射器，其包括：

一主体，其界定出多个流体通路，每个所述流体通路包括具有一流体限制器的一入口、一泵送室、以及与所述泵送室连通的、用于从中排出流体微滴的一喷嘴开口，和

与每个所述泵送室相关联的一致动器，

其中所述泵送室具有一压力波在所述泵送室中的延迟时间常数，该常数小于 25 微秒。

14. 如权利要求 13 所述的微滴喷射器，其中所述主体具有一上表面和一下表面，并且所述泵送室被形成在所述上表面中，沿纵轴从所述入口处的一第一端到一第二端延伸，并且其中所述主体具有从所述泵送室的第二端下行至所述喷嘴开口的一喷嘴流动通路。

15. 如权利要求 13 所述的微滴喷射器，其中所述压力波在所述泵送室

中的延迟时间常数小于 15 微秒。

16. 如权利要求 13 所述的微滴喷射器, 其中所述压力波在所述泵送室中的延迟时间常数小于 10 微秒。

17. 如权利要求 1、5、9 或 13 所述的微滴喷射器, 其中所述主体为一整体式主体。

18. 如权利要求 1、5、9 或 13 所述的微滴喷射器, 其中所述主体为一半导体主体。

19. 如权利要求 1、5、9 或 13 所述的微滴喷射器, 其中所述主体为一整体式半导体主体。

20. 如权利要求 4、8、11 或 14 所述的微滴喷射器, 其中所述泵送室沿所述纵轴的长度为 4 mm 或更小。

21. 如权利要求 4、8、11 或 14 所述的微滴喷射器, 其中所述泵送室的长度为 3 mm 或更小。

22. 如权利要求 4、8、11 或 14 所述的微滴喷射器, 其中所述泵送室的长度为 2 mm 或更小。

23. 如权利要求 4、8、11 或 14 所述的微滴喷射器, 其中所述喷嘴流动通路的长度为 1mm 或更小。

24. 如权利要求 4、8、11 或 14 所述的微滴喷射器, 其中所述喷嘴流动通路的长度为 0.5mm 或更小。

25. 如权利要求 8、11 或 14 所述的微滴喷射器, 其中所述泵送室具有足够短的长度并且所述流体限制器提供足够的流动阻力, 以实现在 0 到 40 kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴速度与频率响应的比。

26. 如权利要求 4、11 或 14 所述的微滴喷射器, 其中所述泵送室具有足够短的长度并且所述流体限制器提供足够的流动阻力, 以实现在 0 到 40 kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴体积与频率响应的比。

27. 如权利要求 4、8 或 14 所述的微滴喷射器, 其中所述泵送室具有一泵送室流动阻抗, 所述入口具有一入口流动阻力, 并且其中所述入口流动阻力与所述泵送室流动阻抗的比率在 0.05 与 0.9 之间。

28. 如权利要求 4、8 或 11 所述的微滴喷射器, 其中所述泵送室具有一压力波在所述泵送室中的延迟时间常数, 该常数小于 25 微秒。

29. 一喷墨打印头, 其包括:

一整体式半导体主体，其具有一上表面和一下表面，所述主体界定出多个流体通路，

每个所述流体通路包括一有着一流体限制器的入口、位于所述上表面中沿着纵轴从所述入口处的一第一端延伸到一第二端的一长形泵送室、以及从所述泵送室的第二端下行的喷嘴流动通路，和

一构件，其提供位于所述下表面处、与所述喷嘴流动通路连通用于从中排出微滴的一喷嘴开口，和

与每个所述泵送室相关联的一压电致动器，

其中所述泵送室在所述纵轴方向上足够短并且所述流体限制器提供足够的流动阻力，以实现在 0 到 60 kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴速度与频率响应的比。

30. 一喷墨打印头，其包括：

一整体式半导体主体，其具有一上表面和一下表面，所述主体界定出多个流体通路，

每个所述流体通路包括一有着一流体限制器的入口、位于所述上表面中沿着纵轴从所述入口处的一第一端延伸到一第二端的一长形泵送室、以及从所述泵送室的第二端下行的喷嘴流动通路，其中所述流体限制器包括多个柱体，和

一构件，其提供位于所述下表面处、与所述喷嘴流动通路连通、用于从中排出微滴的一喷嘴开口，和

与每个所述泵送室相关联的一压电致动器，

其中所述泵送室在所述纵轴方向上足够短并且所述流体限制器提供足够的流动阻力，以实现在 0 到 60 kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴体积与频率响应的比。

31. 一喷墨打印头，其包括：

一整体式半导体主体，其具有一上表面和一下表面，所述主体界定出多个流体通路，

每个所述流体通路包括一有着一流体限制器的入口、位于所述上表面中沿着纵轴从所述入口处的一第一端延伸到一第二端的一长形泵送室、以及从所述泵送室的第二端下行的喷嘴流动通路，以及位于所述下表面处、与所述喷嘴流动通路连通、用于从中排出微滴的一喷嘴开口，和

与每个所述泵送室相关联的一压电致动器，

其中所述泵送室具有一泵送室流动阻抗，所述入口具有一入口流动阻力，并且其中所述入口流动阻力与泵送室流动阻抗的比率在 0.5 和 0.9 之间。

32. 一喷墨打印头，其包括：

一整体式半导体主体，其具有一上表面和一下表面，所述主体界定出多个流体通路，

每个所述流体通路包括一有着一流体限制器的入口、位于所述上表面中沿着纵轴从所述入口处的一第一端延伸到一第二端的一长形泵送室、从所述泵送室的第二端下行的喷嘴流动通路、以及位于所述下表面处并与所述喷嘴流动通路连通、用于从中排出墨滴的一喷嘴开口，和

与每个所述泵送室相关联的一压电致动器，其中所述泵送室具有一压力波在所述泵送室中的延迟时间常数，该常数小于 25 微秒。

微滴喷射器

技术领域

本发明涉及微滴喷射器。

背景技术

喷墨打印机是一种类型的微滴喷射器。在一种喷墨打印机中，墨滴从多个沿垂直于被打印基材行进方向的方向线性排列的喷墨打印头设备输出。每个打印头设备包括一整体式半导体主体，该主体具有上表面和下表面，并界定出从墨源到各个喷嘴的多个液体通路，其中喷嘴沿设备长度方向布置成单个位于中央的行。液体通路一般垂直于喷嘴所成的直线布置，从喷嘴的中心线延伸到设备的两侧并与沿着主体的两侧的墨源连通。每个液体通路包括位于上表面中的长形泵送室，该泵送室从入口（从沿着侧边的墨源）延伸到喷嘴流道，而喷嘴流道从上表面下行至下表面中的喷嘴开口。覆盖每个泵送室的扁平压电致动器被一电压脉冲激励，以使压电致动器变形，并与基材经过打印头设备的移动同步地在要求的时间排出微滴。

在这些打印头设备中，希望排出具有相同速度和相同体积的墨滴，以便实现高品质的均匀图像。

与各个室相关联的各个单独的压电器件可独立寻址，并且能够根据生成图像的命令被致动。这样，输出墨水微滴的频率可以从 0Hz 一直变化到微滴速度或者体积达到无法接受的水平的某个值。

发明内容

在一个方面，本发明描述了一流体微滴喷射器，其包括一界定出多个流体通路的主体，每个流体通路包括有着一流体限制器的一入口、一泵送室、以及与泵送室连通、用于排出流体微滴的喷嘴开口。一致动器与每个泵送室相关联。泵送室具有一足够短的最大尺寸并且流体限制器提供足够的流动阻力，以实现在 0 到 40 kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴速度

与频率响应的比。

在另一个方面，本发明总体上描述了一微滴喷射器，其中泵送室具有足够短的最大尺寸并且入口流体限制器提供足够的流动阻力，以实现在 0 到 40 kHz 的微滴频率范围上变化小于 $\pm 25\%$ 的流体微滴体积与频率响应的比。

在另一个方面，本发明总体上描述了一种微滴喷射器，其中入口流动阻力与泵送室流动阻抗的比率在 0.05 到 0.9 之间。

在另一个方面，本发明总体描述了一种微滴喷射器，其中泵送室具有一压力波在泵送室中的延迟时间常数，该常数小于 25 微秒。

本发明的优选实施例可以包括一个或者多个以下特征。本装置优选被用在喷墨打印头中用于喷射墨水微滴。微滴速度与频率响应的比在 0 到 60 kHz 的微滴频率范围上的变化可以小于 $\pm 25\%$ ，更优选在 0 到 80 kHz 的微滴频率范围上的变化小于 $\pm 10\%$ 。墨滴体积与频率响应的比在 0 到 60 kHz 的微滴频率范围上的变化可以小于 $\pm 25\%$ ，更优选在 0 到 80 kHz 的微滴频率范围上的变化小于 $\pm 10\%$ 。入口流动阻力与泵送室流动阻抗的比率可以在 0.2 到 0.8 之间，更优选在 0.5 到 0.7 之间。压力波在泵送室中的延迟时间常数可以小于 15 微秒，更优选小于 10 微秒。

微滴喷射器的主体可以是一整体式主体，例如，一整体式半导体主体。该主体可以具有一上表面和一下表面，泵送室可以形成在该上表面中，并且主体可以具有从泵送室下行至喷嘴开口的一喷嘴流动通路。泵送室长度可以为 4mm 或更小。泵送室的长度可以为 3mm 或者更小，或者在一些实施例中为 2mm 或者更小。喷嘴流动通路的长度可以为 1mm 或者更小，优选为 0.5mm 或者更小。

在具体实施例中，微滴喷射器可以是喷墨打印头。

本发明的实施例可以具有一个或者多个以下优点。微滴喷射器可以在高微滴形成频率下以及在较宽的频率范围上具有均一的速度和/或体积。微滴喷射器可以在高微滴形成频率下可靠地工作。

本发明的其它优点和特征在以下对本发明具体实施例的描述以及从权利要求中将更为清晰。

在附图和以下的说明中，将详细描述本发明的一个或者多个实施例。本发明的其它特征、目的和优点在说明书和附图以及从权利要求中将变得清晰。

附图说明

图 1 是喷墨打印机的组成部分的概略透视图。

图 2 是图 1 的喷墨打印机的打印头设备的半导体主体的概略透视图。

图 3 是图 1 的喷墨打印机的打印头设备的仰视图。

图 4 是图 2 的半导体主体的一部分的平面图。

图 5 是图 2 的半导体主体的一部分以及相关联的压电致动器的、沿图 4 中 5-5 所取的垂直截面图。

图 6 是图 1 的喷墨打印机的打印头设备的底部部分的、沿图 4 中 6-6 所取的垂直截面图。

具体实施方式

参照图 1, 喷墨打印机组成部分 10 包括打印头 12, 其从多个沿垂直于被打印纸张 18 行进方向的方向直线排列的喷墨打印头设备 16 输出墨滴 14。递交于 2002 年 7 月 3 日/题为“打印头”的美国专利申请 No.10/189,947 中描述了这样一种打印头设备, 因此该专利申请通过引用被结合于此。

参照图 2 和 3, 每个打印头设备 16 包括一整体式半导体主体 20, 该主体具有上表面 22 和下表面 24 的, 并界定出从墨源到各个喷嘴开口 28 的多个液体通路 26, 其中喷嘴开口位于喷孔板 29 (图 5) 中, 沿打印头设备 16 底部单行排列成单行。液体通路一般布置成垂直于喷嘴开口 28 所成的直线, 延伸到喷嘴所成直线的两侧并与主体两侧的墨源连通。

参照图 4 和 5, 每个液体通路 26 包括位于上表面中的一长形泵送室 30, 该泵送室 30 从入口 32 (从沿着侧边的墨源 34) 延伸到下行通道 36 中的喷嘴流道, 其中下行通道从上表面 22 下行至位于打印头设备 16 底部的喷嘴开口 28。覆盖每个泵送室 30 的扁平压电致动器 38 被一电压脉冲激励, 以使压电致动器变形从而改变室 30 中的体积, 并与纸张经过打印头设备的移动同步地在要求的时间排出微滴。

一流体限制器 40 设置在通往各个泵送室的入口 32 处。如以上引用的申请文件所述, 该流体限制器是通过多个柱体实现的。

参照图 6, 在喷射微滴之前, 墨水的下边缘形成一半月形 40。该半月形在喷射微滴之后马上退回虚线所示的位置 42, 并且理论上在喷射下一微滴之前返回到半月形 40 的位置。

当泵送激励的频率增大时,可能会产生剩余压力波动,这将影响泵送操作。具体而言,在实现更高的操作频率时,微滴体积及/或速度的均一性可能会变化超出可接收的水平,限制了打印头设备的操作频率。

在喷墨打印头设备 16 中,控制泵送室 30 的几何形状和流体限制器 40 所产生的流动阻力来提供阻尼,以减少反射波,减少剩余压力波动的形成,以及在较宽的操作频率范围上提供更为均一的微滴体积和速度。

具体而言,泵送室 30 的长度被保持在 4mm 以下,优选为小于 3mm。对于被设计用来提供 30 ng 微滴物质的一实施例来说,泵送室 30 长 2.6mm。对于被设计用来提供 10 ng 微滴物质的一实施例来说,泵送室 30 长 1.85mm。在这两个实施例中,泵送室 30 宽 0.210mm 至 0.250mm,深 0.05mm 至 0.07mm,而下行通道 36 长 0.45mm。减小泵送室长度就减小了流体流动通路的长度,从而增大了谐振频率。减小喷嘴流道长度同样也是有利的。提供 30 ng 微滴物质的所述实施例在最大为 70 kHz 的频率下保持滴体积在 $\pm 10\%$ 范围内,而提供 10 ng 微滴物质的所述实施例在最大为 100 kHz 的频率下保持滴体积在 $\pm 10\%$ 范围内。

当工作于高频时,泵送室流动阻抗与入口流动阻力的比率也受到控制,以便减小反射压力波的幅度,同时避免入口流动阻力太大以致于回复半月形需要太长的时间(见图 6 中回退的半月形 40 和回复的半月形 42)。具体而言,入口流动阻力于泵送室流动阻抗的比率在 0.04 和 0.9 之间(优选在 0.2 和 0.8 之间,更优选在 0.5 和 0.7 之间)。流体限制器 40 的流动阻力可以为 2.5×10^{12} pa-sec/m³ 到 1.5×10^{13} pa-sec/m³,而室 30 的流动阻抗可以为 1.0×10^{13} pa-sec/m³ 到 7×10^{13} pa-sec/m³。流动阻力和泵送室阻抗可以利用已知的简单几何公式来确定,所述公式例如如美国专利 No. 4,233,610 和 No. 4,835,554 所述。对于复杂的几何构造,最好是通过利用流体动力学软件(例如可以从美国新墨西哥州圣达菲市的 Flow Science Inc.公司购买到的 Flow3D)建模来确定阻力和阻抗。流体动力学软件从入口和泵送室的几何构造以及从流体特性来确定阻力和阻抗。在一种喷墨打印头中,此时流体为墨水,尽管粘度值范围可以是从 3 到 50 厘泊,但是典型的值为 10 - 25 厘泊。喷墨打印头一般被设计成使用相对于标称值粘度在 $\pm 10\%$ 或 $\pm 20\%$ 的墨。墨的浓度一般在 1.0 gm/cc 左右,并且可以从 0.9 gm/cc 变化到 1.05 gm/cc。声音在处于通道中的墨中的速度可以从 1000 m/s 变化到 1500 m/s。

泵送室 30 中压力波的延迟时间常数同样受到控制,以使得能够在高频下实现均一的微滴体积和速度。流体通道中的压力波的延迟时间常数可以由流体通道阻力、面积、长度以及流体特性计算得到。该时间长度由通道的阻尼因子“Damp”(一无单位参数)以及由通道中的压力波的本征频率计算得到。阻尼因子近似于压力波在反射波在通道的一次往返过程中由于流体阻力而被延迟的比率。从对当压力波沿流体通道行进时的被移位流体的计算结果导出阻尼因子:

$$\text{Damp} = \text{Resistance} * \text{Csound} * \text{Area} / \text{Bmod}$$

其中:

Resistance 是对于给定流动量的压降(例如 pa-sec/m³),

Csound 是声音在通道中的实际速度(m/s),

Area 是通道的横截面积(m²),以及

Bmod 是流体的体积模量(pa),并且其等于浓度*Csound²。

压力波的本征频率,即压力波在流体通道中实现完整的往返所需的时间,可以由声音速度和通道长度如下计算得到:

$$\text{Omega} = 2\pi * \text{Csound} / (2 * \text{Length})$$

其中:

Length 是泵送室的最大尺寸,例如,长形室的通道长度,以米为单位。

由此从阻尼比率和本征频率如下计算得到通道中压力波的延迟时间常数(Tau):

$$\text{Tau} = 1 / (\text{Omega} * \text{damping})$$

泵送室中压力波的延迟时间常数应该小于 25 微秒,优选小于 15 微秒(更优选小于 10 微秒)。

压电致动器 38 厚为 2 - 30 微米(优选 15 - 20 微米,例如 15 微米)。对薄型致动器使用提供了较大的致动器挠度和墨水排量,使得对于给定的微滴体积能够减小泵送室 30 的面积(从而减小长度)。

本发明其它实施例都落入所附权利要求的范围中。例如,可使用其它类型喷墨泵送室,如美国专利 No. 5,757,400 中所描述的矩阵式喷头,且可使用其它微滴喷射器。同样,在其它类型的微滴喷射器中可使用其它类型的液体。

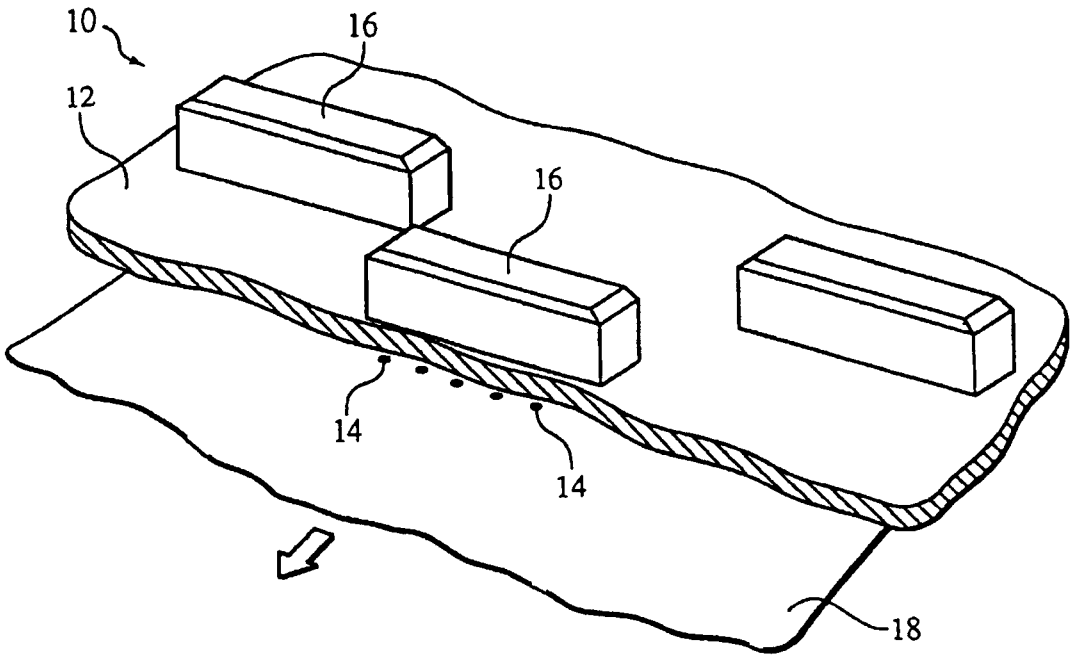


图 1

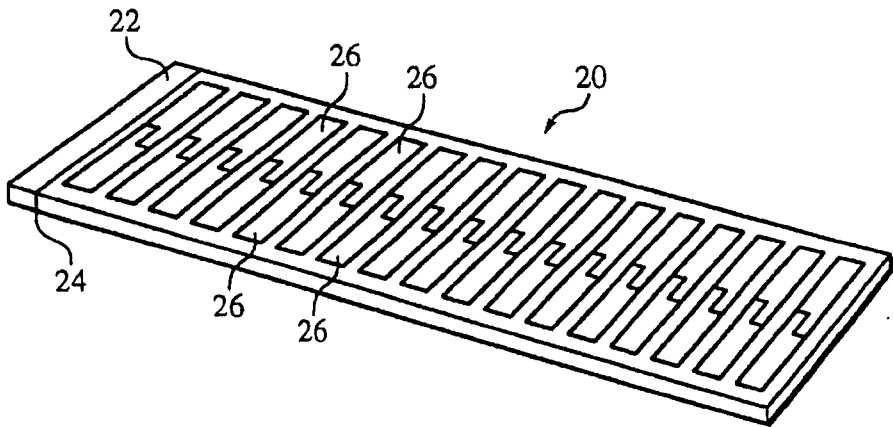


图 2

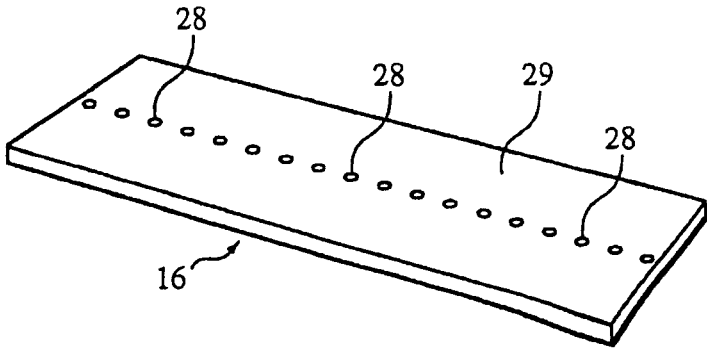


图 3

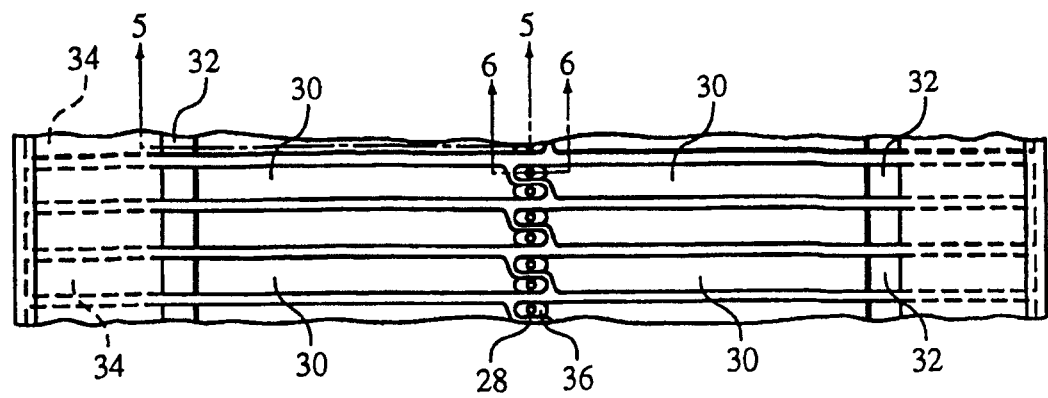


图 4

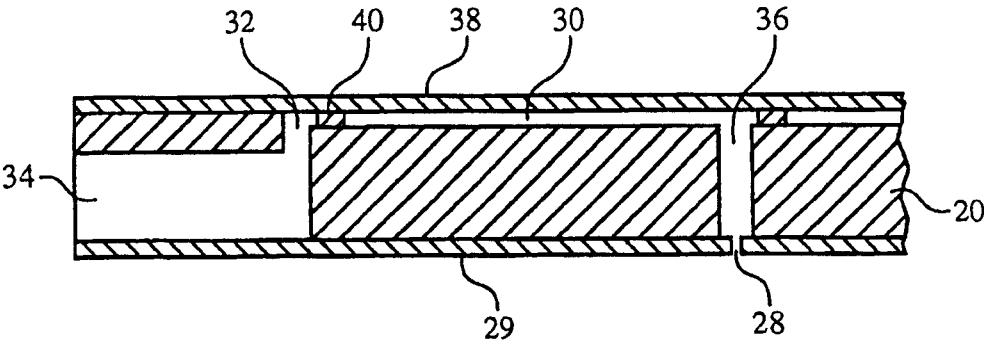


图 5

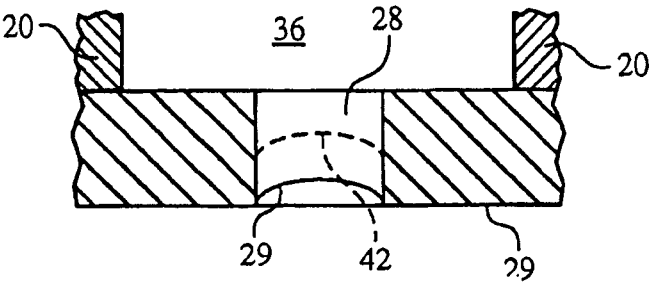


图 6