

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
B41J 2/14 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580038401.5

[45] 授权公告日 2010年1月20日

[11] 授权公告号 CN 100581823C

[22] 申请日 2005.9.20

[21] 申请号 200580038401.5

[30] 优先权

[32] 2004.9.20 [33] US [31] 10/946,355

[86] 国际申请 PCT/US2005/033858 2005.9.20

[87] 国际公布 WO2006/034359 英 2006.3.30

[85] 进入国家阶段日期 2007.5.9

[73] 专利权人 富士胶卷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 爱德华·R·莫伊尼汉

[56] 参考文献

JP2002154199A 2002.5.28

JP732596A 1995.2.3

JP2002248774A 2002.9.3

US6312120B1 2001.11.6

JP10315463A 1998.12.2

审查员 应一鸣

[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

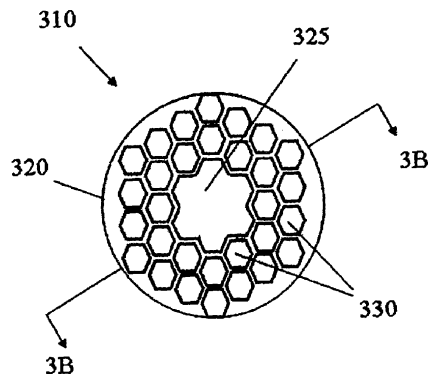
权利要求书4页 说明书10页 附图7页

[54] 发明名称

流体滴喷射系统和方法

[57] 摘要

流体滴喷射装置包括每个压力腔中的多个喷孔。从这些多个喷孔喷射的流体融合为流体滴。这些喷孔排列成非线性图案。它们可形成于圆形区域中，其中较宽的喷孔位于中心，而较窄的喷孔围绕在所述较宽的喷孔周围。



1. 一种滴喷射装置，包括：

适于喷射流体滴的喷孔组，其中所述喷孔组中的喷孔成二维阵列布置，至少部分喷孔相邻并具有相同的尺寸，所述喷孔组中的各相邻喷孔之间的最大距离小于相同尺寸的各喷孔的横向尺寸；

流体联接到所述喷孔组的流体导管；

能够通过至少两个喷孔喷射所述流体导管中的流体的致动器；和

联接到所述致动器的控制器；

其中，喷孔和控制器设置成使得从所述喷孔喷出的流体融合成喷嘴板上的具有特定滴容积的流体滴；并且

每个喷孔具有超过 6 inch wg 的泡压力，墨具有 30 dyne/cm 的表面张力，每个喷孔内的泡压力大于喷出同样滴容积的单个喷嘴的泡压力；并且

压力调节器被配置为向喷孔内的流体施加负压，其中负压即低于大气压的压力，该负压的大小小于每个喷孔内的泡压力。

2. 根据权利要求 1 所述的滴喷射装置，其中，所述喷孔组中的喷孔具有大致相同的尺寸。

3. 根据权利要求 1 所述的滴喷射装置，其中所述喷孔组中的至少两个喷孔具有不同的尺寸。

4. 根据权利要求 3 所述的滴喷射装置，其中所述喷孔组包括第一喷孔和多个第二喷孔，并且所述第一喷孔被所述多个第二喷孔围绕。

5. 根据权利要求 4 所述的滴喷射装置，其中所述第一喷孔开口比所述第二喷孔开口宽。

6. 根据权利要求 1 所述的滴喷射装置，其中分隔所述喷孔的本体部分大致等于或者小于从喷孔喷出的流体的宽度。

7. 根据权利要求 1 所述的滴喷射装置，其中所述致动器包括压电换能器或者加热器。

8. 根据权利要求 1 所述的滴喷射装置，其中所述控制器设置成选择多个不同的驱动电压波形中的一个。

9. 根据权利要求 1 所述的滴喷射装置，其中所述多个不同驱动电压波形中的第一驱动电压波形使得从所述喷孔组的第一喷孔中喷出流体而不

从至少一个喷孔中喷出流体，而所述多个不同驱动电压波形中的第二驱动电压波形使得从所述至少一个喷孔中喷出流体。

10. 根据权利要求1所述的滴喷射装置，其中所述喷孔设置成在喷孔组的不同喷孔中形成分离的弯月面。

11. 根据权利要求1所述的滴喷射装置，其中所述喷孔的形状为六边形或三角形中的一个或者多个。

12. 根据权利要求1所述的滴喷射装置，其中所述喷孔组设置在大致圆形的区域中。

13. 根据权利要求1所述的滴喷射装置，其中还包括适于喷射流体滴的多个喷孔组，其中相对不同组的喷孔而言，喷孔与同一组中的其它喷孔之间的距离更近，并且组内的喷孔设置成大致非线性图案。

14. 根据权利要求13所述的滴喷射装置，其中每个喷孔组形成在所述喷嘴板上的相当紧凑的区域内。

15. 根据权利要求13所述的滴喷射装置，其中所述喷孔包括为  $1\ \mu\text{m}$  到  $100\ \mu\text{m}$  的开口尺寸。

16. 根据权利要求13所述的滴喷射装置，其中所述喷孔包括为  $3\ \mu\text{m}$  到  $50\ \mu\text{m}$  的开口尺寸。

17. 根据权利要求14所述的滴喷射装置，其中，在喷孔组中的喷孔是六边形的，并且构成蜂窝状。

18. 根据权利要求14所述的滴喷射装置，其中，一组具有至少三个喷孔。

19. 一种喷射流体的方法，包括：

提供流体联接到喷孔组的流体导管，其中所述喷孔组位于喷嘴板上，所述喷孔组中的喷孔成二维阵列布置，至少部分喷孔相邻并具有相同的尺寸，所述喷孔组中的各相邻喷孔之间的最大距离小于相同尺寸的各喷孔的横向尺寸，其中每个喷孔具有超过  $6\ \text{inch wg}$  的泡压力，墨具有  $30\ \text{dyne/cm}$  的表面张力；

向喷孔内的流体施加负压，其中负压即低于大气压的压力，该负压的大小小于每个喷孔内的泡压力；

通过所述组中的至少两个喷孔喷射流体，其中通过致动与所述流体导管相关联的致动器来执行喷射；和

在喷嘴板上，所喷射的流体融合成具有特定滴容积的流体滴，其中每个喷孔内的泡压力大于喷出同样滴容积的单个喷嘴的泡压力。

20. 根据权利要求19所述的方法，其中进一步包括：

在所述喷孔组中的喷孔内形成分隔的流体弯月面。

21. 根据权利要求19所述的方法，其中进一步包括：

通过致动器促动流体导管中的流体。

22. 根据权利要求21所述的方法，其中进一步包括：

通过控制所述致动器使得流体滴体积变化。

23. 根据权利要求19所述的方法，其中进一步包括在流体接收基片上形成点。

24. 根据权利要求19所述的方法，其中所述喷孔组包括第一喷孔和多个第二喷孔，并且所述第一喷孔被所述多个第二喷孔围绕。

25. 根据权利要求24所述的方法，其中所述第一喷孔比所述第二喷孔开口宽。

26. 根据权利要求19所述的方法，其中所述喷孔组设置在喷嘴板上的大致圆形区域内。

27. 根据权利要求19所述的方法，其中组内的喷孔在喷嘴板上分布为大致非线性的图案。

28. 一种形成喷墨系统的方法，包括：

在主体中形成适于喷射流体滴的多个喷孔组，喷孔适于喷射流体滴，其中每个喷孔组中的喷孔成二维阵列布置且相对于不同组中的其它喷孔而言，喷孔与同组中的其它喷孔距离更近，至少部分喷孔相邻并具有相同的尺寸，所述喷孔组中的各相邻喷孔之间的最大距离小于相同尺寸的各喷孔的横向尺寸，所述喷孔被构造成从喷孔组的喷孔中喷出的流体在喷嘴板上融合，并且组内的喷孔设置成大致非线性的图案，其中每个喷孔具有超过 6 inch wg 的泡压力，墨具有 30 dyne/cm 的表面张力；和

将多个流体导管联接到所述多个喷孔组，其中每组联接到流体导管；

将致动器联接到每个流体导管；并且

将压力调节器联接到流体导管，其中所述压力调节器被配置为向喷孔内的流体施加负压，其中负压即低于大气压的压力，该负压的大小小于每个喷孔内的泡压力。

29. 根据权利要求 28 所述的方法, 其中进一步包括形成关联到所述多个流体导管的多个致动器, 以从所述多个喷孔组喷射流体。

30. 根据权利要求 29 所述的方法, 其中进一步包括将控制器连接到所述多个致动器。

31. 根据权利要求 30 所述的方法, 其中进一步包括设置所述控制器使得所述控制器控制致动器从同组的两个或者多个喷孔中喷出流体而融合成单个流体滴。

32. 根据权利要求 29 所述的方法, 其中形成所述喷孔使得在同一喷孔组中的不同喷孔处形成分隔的弯月面。

33. 根据权利要求 28 所述的方法, 其中形成多个喷孔组的步骤包括形成第一喷孔和一个或者多个第二喷孔, 并且所述第一喷孔比所述第二喷孔开口宽。

34. 根据权利要求 28 所述的方法, 其中进一步包括大致以六边形、三角形、或者矩形形状形成的喷孔。

35. 根据权利要求 28 所述的方法, 其中形成多个喷孔组的步骤包括在所述喷嘴板的大致圆形区域中设置喷孔组。

36. 根据权利要求 28 所述的方法, 其中进一步包括形成开口尺寸范围为  $1\ \mu\text{m}$  到  $100\ \mu\text{m}$  的喷孔。

37. 根据权利要求 28 所述的方法, 其中进一步包括在硅基板上制造所述流体导管。

38. 根据权利要求 28 所述的方法, 其中形成多个喷孔组的步骤包括使用蚀刻、激光烧蚀和电铸中的一种或者多种方法来制造所述喷孔。

## 流体滴喷射系统和方法

### 技术领域

本申请涉及到流体滴喷射领域。

### 背景技术

通常喷墨打印机包括向喷嘴通道供应墨的墨道。所述喷嘴通道的末端接于喷射墨滴的喷孔。通过由致动器升高墨道内墨压力来控制墨滴喷射，所述致动器可以是例如压电偏转器、热气泡喷射发生器或者静电偏转元件。通常打印头具有与喷孔以及对应的致动器相应的墨道阵列，同时可以独立控制从每个喷孔喷射的流体滴。在控制喷墨型（drop-on-demand）打印头中，当打印头和打印基质彼此相对移动时，各致动器被激发从而有选择地在图像的特定像素位置喷射流体滴。喷墨打印机系统的墨道中的墨通常保持负压力，以防止墨漏到喷嘴板上。另外，墨喷嘴需要装填墨流体以形成合适的墨滴喷射。

### 发明内容

一方面，滴喷射装置具有：适合于喷射流体滴的喷孔组；联接到所述喷孔组的流体导管；通过至少两个喷孔喷射容纳于所述流体导管内的流体的致动器；以及联接到所述致动器的控制器。所述喷孔和控制器配置成使得从所述喷孔喷射的流体融合为流体滴。

另一方面，流体滴喷射装置具有：多个适于喷射流体滴的喷孔组，联接到每个喷孔组的流体导管；和关联到每个喷孔组的致动器。所述致动器能够通过所述喷孔从所述流体导管喷射流体。喷孔相对于其它不同组的喷孔而言更靠近同一组的其它喷孔，并且同一组内的喷孔设置为大致非线性的图案。

另一方面，喷墨打印头具有：适于喷射墨滴的喷孔组；联接到所述喷孔的流体导管；能够通过至少两个喷孔喷射所述流体导管内的墨流体的致动器和联接到所述致动器的控制器。所述喷孔和控制器设置成使得从所述喷孔喷出的墨流体融合为墨滴。

在另一方面，喷墨打印头具有：适于喷射墨滴的多个喷孔组；联接到每

个喷孔组的流体导管和与每个喷孔组相关联的致动器。所述致动器能够通过所述喷孔从所述流体导管中喷射墨流体。所述喷孔相对于其它不同组的喷孔而言更靠近同一组的其它喷孔，并且同一组内的喷孔设置为大致非线性的图案。

另一方面，喷射流体的方法包括：提供联接到喷孔组的流体导管；通过组内至少两个喷孔从导管中喷射流体滴；以及所喷射的流体融合为流体滴。

另一方面，喷射流体的方法包括：提供适于喷射流体滴的多个喷孔组；设置所述喷孔组为大致非线性的图案；并且联接流体导管到每个喷孔组。喷孔相对于其它不同组的喷孔而言更靠近同一组中的其它喷孔。

可包括以下一个或多个实施方式。流体滴喷射装置可具有：适于喷射流体滴的喷孔组；联接到所述喷孔组的流体导管；通过至少两个喷孔喷射容纳于所述流体导管中的流体的致动器和联接到所述致动器的控制器，其中所述喷孔和控制器设置成使得从所述喷孔喷射的流体融合为流体滴。所述流体滴喷射装置可包括至少两个尺寸大致相同或者不同的喷孔。所述喷孔组可包括第一喷孔和多个第二喷孔，其中所述第一喷孔被所述多个第二喷孔围绕。所述第一喷孔开口可宽于所述第二喷孔开口。所述喷孔组中的所有喷孔中喷出的流体可融合为单个流体滴。分隔喷孔的喷嘴板部分可大致等于或者小于从所述喷孔喷射的流体的宽度。所述流体喷射装置可由能够促动通过所述喷嘴喷射流体的致动器组成。所述流体喷射致动器可包括压电偏转器或者加热器。电子控制单元能够控制所述流体喷射致动器。所述电子控制单元能够控制所述流体喷射致动器来喷射流体滴以在基片上形成图像。

所述流体滴喷射装置可进一步包括能促动喷射流体的电子选择器。可响应于通过电子控制单元施加到所述流体喷射致动器上的不同的驱动电压波形，变化流体滴的体积。所述流体滴能够在流体接收基片上形成大致单个液点。在所述喷孔组的不同喷孔处能够形成分隔的弯月面 (meniscuses)。所述喷孔的形状可为圆形、六边形、三角形或者多边形。所述喷孔组可在喷嘴板上形成大致圆形区域。所述控制器可以设置为选择多个不同驱动电压波形中的一个。多个不同驱动电压波形中的第一驱动电压波形能够使得流体不从至少一个喷孔中喷出，而多个不同驱动电压波形中的第二驱动电压波形能够使得流体从所述至少一个喷孔中喷出。

所述喷孔的开口尺寸范围可为  $1\mu\text{m}$  到  $100\mu\text{m}$ ，或者  $3\mu\text{m}$  到  $50\mu\text{m}$ 。所述

喷孔的泡压力超过 6 inch wg 或者超过 8 inch wg。所述流体滴喷射装置可进一步包括硅基板。所述喷孔可使用蚀刻、激光烧蚀和电铸中的一种或者多种制造。所述喷孔可包括至少一种具有染料或者颜料的着色剂。

可包括以下的一个或者多个实施方式。流体滴喷射装置可包括：适于喷射流体滴的多组喷孔；联接到每个喷孔组的流体导管；和与每个喷孔组相关联的致动器，所述致动器能够通过所述喷孔从所述流体导管中喷射流体。喷孔相对于其它不同组的喷孔而言更靠近同一组的其它喷孔，并且同一组中的所述喷孔设置为大致非线性的图案。从一个喷孔组中的两个或者多个喷孔喷射流体能够融合为流体滴。同一组的喷孔可具有大致相同的尺寸。同一组的喷孔可具有不同的尺寸。组内的喷孔包括第一喷孔和多个围绕第一喷孔的第二喷孔。所述流体喷射致动器可包括压电偏转器或者加热器。所述流体滴喷射装置可还包括控制所述流体喷射致动器喷射流体滴并在基片上形成图像的电子控制单元。所述流体滴喷射装置可进一步由能够选择所述流体喷射致动器来激励喷射所述流体滴的电子选择器组成。可响应于通过电子控制单元施加于所述流体喷射致动器的不同的驱动电压波形，变化流体滴的体积。每个喷孔组的不同喷孔处可形成分离的弯月面。每个喷孔组能够形成在所述喷嘴板上大致紧凑的区域内。至少一组喷孔可形成在所述喷嘴板上大致圆形的区域内。所述喷孔可为圆形、六边形、三角形或者多边形中的一种或者多种。所述喷孔开口的范围为  $1\mu\text{m}$  至  $100\mu\text{m}$ ，例如，开口尺寸为  $3\mu\text{m}$  到  $50\mu\text{m}$ 。所述喷孔可具有超过 6 inch wg 的泡压力，例如，泡压力超过 8 inch wg。所述流体滴喷射装置可进一步包括硅基板。所述喷孔能够使用蚀刻、激光烧蚀和电铸中的一种或者多种制造。所述流体可包括至少一种着色剂。

上述实施例可包括一个或者多个如下的优点。所公开的喷墨打印机在宽的操作条件下提供了可靠的性能。所公开的系统能够喷射大墨滴。所述墨喷嘴被适当地装填，并且防止墨流体溢出到喷嘴板上。所述喷墨打印头能提供稳定的喷墨方向，以及由此获得的形成于墨接收体上的精确的墨点位置。所公开的喷墨打印机系统能够在打印头高速加速时提供以上性能。

所公开的喷墨打印机的另一个优点为当环境中存在机械振动或者当打印头明显加速时依然具有可靠的性能。即使打印头受到环境压力的扰动，墨弯月面能够保持在所述墨喷孔中的位置。

另一个优点为所公开的喷墨打印机能够使用硅制造技术制造。所公开的



系统和方法也可与压电、热和 MEMS 喷墨打印机系统相兼容。所公开的系统和方法还可适用于水基墨，溶剂基墨，热熔墨，这些墨可包括例如染料或颜料等着色剂以及其它不包含着色剂的流体。

在附图和以下描述中阐明一个或者多个实施例的细节。本发明的其它特点、目的和优点从这些描述、图和权利要求中将显见。

#### 附图说明

图 1 为具有墨喷嘴的喷墨打印机系统的框图；

图 2A 为墨喷嘴的一个实施例的顶视图；

图 2B 为图 2A 中墨喷嘴的剖面图；

图 3A 为墨喷嘴另一个实施例的顶视图；

图 3B 为图 3A 中墨喷嘴的剖面图；

图 4A 为每个墨喷嘴均具有多个墨喷孔的多个墨喷嘴的顶视图；

图 4B 为图 4A 的墨喷嘴的剖面图；

#### 具体实施方式

图 1 为喷墨打印机系统 100，其包括：具有多个通常阵列排布在喷嘴板 121 上的墨喷嘴 120 的喷墨打印头模块 110；流体导管 130，用于提供墨给喷墨打印头模块 110；墨储存器 140，用于储存供应给流体导管 130 的墨；以及墨通道 150，用于建立墨储存器 140 和流体导管 130 之间的流体连接。打印中，在电子控制单元 190 的控制下根据输入图像数据从墨喷嘴 120 喷出的墨滴在墨接收体 180 上形成由墨点组成的图像图案。喷墨打印机系统 100 可包括多个墨喷嘴 120，每个喷嘴与一个或者多个喷墨致动器相关联。喷墨致动器可包括压电换能器、加热器或 MEMS 换能装置。喷墨打印机系统 100 可进一步包括电子选择器，其能够选择与喷出墨滴的墨喷嘴 120 关联的喷墨致动器。

如图 1、2A 和 2B 所示，每个墨喷嘴 120 包括多个紧密分布的喷孔 230。墨喷嘴 120 间隔的距离比每个墨喷嘴中邻近的喷孔 230 之间的距离大很多。容纳在流体导管 130 中的墨流体在控制单元 190 的控制下从每个墨喷嘴 120 的相应的喷孔中喷出。从各喷孔中喷出的墨流体在喷射后可融合为墨滴。响应于通过电子控制单元 190 施加于流体喷射致动器的不同的驱动电压波形、

喷射的流体滴的体积可变化。

喷墨打印头模块 110 为压电喷墨、热喷墨、基于 MEMS 喷墨的打印头以及其它类型的墨激励机构。例如, Hoisington 等人的美国专利 5,265,315(其全部内容在此引用作为参考)介绍了具有半导体打印头本体和压电致动器的打印头。打印头本体由硅制成, 经过蚀刻而限定出流体导管。喷嘴开口通过连接到硅本体的单独的喷嘴板 121 来限定。压电致动器具有响应于所加电压改变几何结构或者弯曲的压电材料层。压电层的弯曲使得供应墨到墨喷孔的流体导管内的墨的压力增加。

其它常见的喷墨打印头在美国专利申请 10/189947、于 2002 年 7 月 3 日申请的题名为“打印头”的美国专利公开 US20040004649A1, 以及于 2003 年 10 月 10 日申请的题名为“具有薄膜的打印头”的美国临时专利申请 60/510459 中公开。这些相关专利申请和公开在此引用作为参考。美国临时专利申请 60/510,459 公开了一种具有设有上表面和下表面的单体半导体本体的打印头。本体限定出包括流体导管的流体通道以及喷嘴开口。喷嘴开口限定在本体的下表面中, 并且喷嘴流道包括加速区域。压电致动器与流体导管关联。致动器包括厚度大约为 50 微米或更小的压电层。

墨储存器 140 包括具有墨过滤器 161 的墨进给通道 160, 用于供应墨到墨储存器 140。墨储存器 140 还包括具有空气过滤器 156 的空气进气口 155, 用于允许墨储存器 140 中的墨平面变化。

与所介绍的喷墨打印机系统相兼容的墨的种类包括: 水基墨、溶剂基墨、热熔墨。墨流体可包括例如染料或者颜料等着色剂。流体还可不包括任何着色剂。其它与系统相兼容的流体可包括聚合物溶液、凝胶溶液、或包含微粒或者低分子量分子的溶液。

流体导管 130、墨储存器 140 和墨通道 150 中的静水压需要被控制来适合喷墨打印和喷墨打印头的维护操作。喷墨喷嘴 120 上的静压力的不足可导致喷嘴的墨弯月面缩进到墨喷嘴 120 内。另一方面, 墨喷嘴 120 上过大的静压力可导致墨从墨喷嘴 120 出泄漏, 在喷嘴板 121 上产生墨溢出。

墨储存器 140 上方的空间 165 的空气压力通常被控制以保持喷嘴处的压力稍低于大气压力(例如在 -1 英寸到 -4 英寸的水)。空间 165 中的空气压力通过空气压力调整器 170 在控制单元 190 的控制下从空间 165 抽送空气来调整。

喷墨打印机系统 100 可还包括沿着方向 187 传送墨接收体 180 的机构 185。在一个实施例中，喷墨打印头模块 110 可由马达驱动通过循环带往复运动来移动。移动方向通常作为快速扫描方向。第二机构可沿着垂直于第一方向的第二个方向（通常作为慢速扫描方向）传送墨接收体 180。在喷墨打印操作中，喷墨打印头模块 110 在墨接收体 180 上滴落墨滴而形成狭长的墨点条。在另一个实施例中，具有页宽的喷墨打印头模块 110 由打印头杆或者打印头模块组件形成。打印时，喷墨打印头模块 110 保持不动，沿着慢扫描方向在喷墨打印头 110 下方传送墨接收介质。所述喷墨系统和方法与本领域熟知的各种打印头配置相兼容。例如，所述系统和方法可应用于美国专利 5771052 所公开的具有偏移喷墨模块的单遍（single pass）喷墨打印机，其内容在此引用作为参考。

如前面所介绍，喷墨打印机系统的墨导管中的墨压力保持为负压力来保证墨不会溢到喷嘴板上，特别是在喷墨打印头高加速运动中。另外，墨喷嘴需要装填墨流体以具有合适的墨滴喷射。在特定的系统结构和特定的操作条件下，不能获得合适的操作压力，以同时实现装填墨喷嘴并防止墨溢到喷嘴板上。这样的情形可在打印头需要产生大墨滴体积和经历高加速运动时产生。喷嘴直径需要大到能够喷射大墨滴。而加速或者减速时，需要大的负压力来防止墨溢到喷嘴板上。但是，喷嘴开口阻止了墨装填于喷嘴。

在一个实施例中，喷墨打印机系统 100 通过提供大墨滴体积以及合适的装填墨喷嘴来克服以上问题。墨装填开口（例如墨喷嘴）的能力通过被称为泡压力的特性来确定。泡压力（bubble pressure）是喷嘴直径（或者开口尺寸）和墨表面张力的函数。如表 1 所示，当喷嘴直径增加时，泡压力减小。当墨流体中的负压力值高于喷嘴中泡压力时，墨将退回喷嘴中。气泡将被吸入到流体导管 130 中的墨本体中。喷嘴没有被适当地装填。换句话说，负墨压力值应小于泡压力。

表 1. 流体泡压力\* 作为喷孔直径的函数

喷孔直径（微米）	弯月面压力（inch wg）
30	16.1
40	12.0
50	9.6
60	8.0

70	6.9
80	6.0
90	5.4
100	4.8
110	4.4
120	4.0
130	3.7
140	3.4

\*此时墨表面张力为 30 dyne/cm

一方面，喷墨打印机系统 100 中的喷墨打印头模块 110 提供了具有高泡压力并仍然能够输送大墨滴体积的墨喷嘴。另一方面，流体滴的体积的增加和喷嘴泡压力的减少是不相关的。

在一个实施例中，图 2A 为与喷墨打印头模块 110 相兼容的喷嘴板 121 上的墨喷嘴 210 的顶视图。墨喷嘴 210 限定了包括一组喷孔 230 的喷嘴区域 220。在一个实施例中，喷孔 230 紧凑地布置在由喷嘴区域 220 限定出的大致圆形的区域内。在一个实施例中，组中的喷孔 230 为尺寸大致相同的六边形。可选择地，喷孔组可为其它形状，例如三角形、矩形和圆形。每组中的喷孔可为相同或者不同的尺寸。喷嘴区域 220 通常跨度为  $1\mu\text{m}$  到  $300\mu\text{m}$ 。喷孔开口的尺寸通常为  $1\mu\text{m}$  到  $100\mu\text{m}$ ，优选为  $3\mu\text{m}$  到  $50\mu\text{m}$ 。

图 2B 为图 2A 中沿着线 2B-2B 的墨喷嘴 210 的剖面视图。墨喷嘴 210 形成在喷嘴板 215 上。墨喷嘴 210 的剖面包括由分隔壁 235 分隔开的喷孔 230 形成的组。墨流体从流体导管 130 沿着方向 240 供应。被分隔的弯月面 250 形成于喷孔 230 中。在非喷射状态，弯月面 250 因施加在墨本体上的负压力的作用而向着流体导管 130 的方向凹入。负的墨压力保持墨弯月面 250 处于墨喷孔 230 内端并阻止墨溢到喷嘴板 215 上。喷墨之前，在控制单元 190 的控制之下通过墨致动器在墨流体中产生的向外的压力波。墨流体沿着方向 260 被向外推动。从分隔的喷孔 230 喷出的墨流体融合形成沿着向外方向 280 移动的公共墨表面 270。接着，墨脱离，并最终落到墨接收体 180 上。这样，在这个实施例中，从不同的喷孔 230 喷射的墨融合。

在一个实施例中，从不同喷孔 230 中喷射的墨在下落过程中形成单独的

墨滴，并且在墨接收体 180 上融合为墨点。墨融合的位置取决于一些因素，例如，墨滴的体积、喷孔 230 之间的间距和通过控制单元 190 施加到致动器上的波形。如同以下涉及到图 4 的讨论，因为相邻喷嘴的喷孔之间的距离太远，属于不同喷嘴的喷孔喷出的墨流体在它们到达墨接收体之前不能融合。

在另一个实施方式中，从不同喷孔 230 喷出的墨可在下落并融合为一个或者多个墨滴之前先形成单独的墨滴。分隔壁 235 的宽度大致等于或者小于从喷孔 230 喷射的流体的宽度，这样从喷孔 230 喷射的流体能够融合为流体滴。墨流体的融合可正好发生在墨流体从喷孔中喷出之后，或者在已经在空气中形成单个墨滴后的下落过程中。

喷孔 230，喷嘴板 215 和流体导管 130 可形成于硅基内。喷孔通过蚀刻、激光烧蚀和电铸中的一种或者多种来制造。例如，美国专利 US5265315，美国专利申请 10/189,947，在 2002 年 7 月 3 日申请的题名为“打印头”的美国专利公开 US20040004649A1，以及于 2003 年 10 月 10 日申请的题名为“具有薄膜的打印头”的美国临时专利申请号 60/510,459 中公开的制造技术。这些专利申请和公开的全部内容在此引用作为参考。

墨喷嘴 210 中的泡压力由墨表面张力和喷嘴 230 的尺寸确定。融合的墨滴的体积为从喷嘴区域 220 中的多个或者所有喷孔 230 中喷射的所有墨的集合。相比较，如果从具有一个开口的一个喷孔喷射相同的墨滴，则需要一个大的单一开口喷孔。所述喷孔 230 的泡压力明显大于单一开口喷嘴的泡压力。喷孔 230 的泡压力可设定为高于预定的墨压力。例如，如表 1 中所示，喷孔直径为 50 $\mu\text{m}$  或者更小且表面张力为 30 dyne/cm 时，不管所喷射的墨滴有多大，泡压力在 8 inch wg 之上。融合的墨滴的体积通过按比例调节喷孔 230 的数目而弹性地增加。对于固定的喷孔 230 形成的组，融合的墨滴的体积还可以根据从控制单元 190 施加到墨致动器上的波形的不同而变化。

在另一个实施例中，图 3A 为与喷墨打印头模块 110 相容的墨喷嘴 310 的另一个实施方式的顶视图。墨喷嘴 310 限定出喷嘴区域 320，包括位于中心的第一喷孔 325 和围绕于第一喷孔 325 周围的多个第二喷孔 330。喷孔 325、330 紧凑地布置在由喷嘴区域 320 限定出的大致圆形区域中。喷孔 325 和 330 的形状可以为六边形、三角形、正方形、圆形和多边形等。喷孔 330 具有大致相同的尺寸，但是喷孔 325 具有较宽的尺寸。喷孔区域 220 通常跨度为 1 $\mu\text{m}$  到 300 $\mu\text{m}$ 。喷孔开口的尺寸通常为 1 $\mu\text{m}$  到 100 $\mu\text{m}$ ，优选为 3 $\mu\text{m}$  到 50 $\mu\text{m}$ 。

图 3B 为图 3A 中沿着 3B-3B 线的墨喷嘴 310 的剖面图。墨喷嘴 310 形成在喷嘴板 315 内。墨喷嘴 310 的剖面包括由分隔壁 335 分隔的喷孔 325 和喷孔 330。墨流体从流体导管 130 沿着方向 340 供应。在非喷射状态，在喷孔 325 和喷孔 330 上形成分离的弯月面 350 和 355。弯月面 350 和 355 因负压作用到流体本体上而朝着流体导管 130 的方向凹入。负的墨压力保持墨弯月面 350、355 处于墨喷孔 325、330 的内端，并阻止墨溢到喷嘴板 315 上。喷墨之前，在控制单元 190 的控制之下通过墨致动器在墨流体中产生向外的压力波。墨流体沿着方向 360 被向外推动。从分隔的喷孔 325、330 喷出的墨流体融合形成沿着向外方向 380 移动的公共墨表面 370。接着墨滴脱离，并最终落到墨接收体 180 上。

在一个实施方式中，当在下落过程中或者在墨接收体 180 上融合为一个或者多个墨滴之前，从不同喷孔 325 和 330 喷出的墨首先形成单独的墨滴并融合。在另一个实施方式中，分隔壁 335 的宽度大致等于或者小于从喷孔 325 和 330 喷射的流体的宽度，这样从喷孔 325 和 330 喷射的流体能够融合为流体滴。

与喷孔大致相等的墨喷嘴 210 相比，较宽的喷孔 325 提供多个功能。第一，喷孔 325 在喷嘴区域 320 的中心产生大的喷射墨流体，这更好地限定出融合墨滴的对称方向。第二，喷孔 325 比这些喷孔 330 具有较低的泡压力。通过控制单元 190 施加到墨致动器上的波形可被设置成仅从喷孔 325 而不是从喷孔 330 喷墨。喷射较小墨滴的能力是非常重要的，特别是为了高分辨率墨打印的应用。

不同尺寸的喷孔 325 和 330 以及喷嘴板 315 可形成于硅基板上。喷孔由蚀刻、激光烧蚀和电铸中的一种或者多种来制造。例如，美国专利 US5265315，美国专利申请 10/189,947，在 2002 年 7 月 3 日申请的题名为“打印头”的美国专利公开 US20040004649A1，以及于 2003 年 10 月 10 日申请的题名为“具有薄膜的打印头”的美国临时专利申请号 60/510,459 中公开的制造技术。这些专利申请和公开的全部内容在此引用作为参考。

在一个实施方式中，如图 4A 中所示，打印头可具有各包括位于喷嘴板 400 上的喷孔组 430、470 的多个墨喷嘴。墨喷嘴 410 包括分布在喷嘴区域 420 内的墨喷孔 430 形成的组。类似的，包括墨喷孔 470 形成的组的墨喷嘴 450 布置在喷嘴区域 460 中。喷嘴 420、460 可大致为圆形。

相邻墨喷嘴 410、450 之间的间距明显大于每个喷嘴组中相邻墨喷孔 430、470 之间的距离，由此可以融合从喷嘴组中不同喷孔喷出的墨。相反，因为相邻喷嘴之间的距离大于同一个喷嘴中相邻喷孔之间的距离，所以从不同喷嘴喷射的墨流体可在它们到达墨接收体 180 之前融合。墨喷嘴 410、450 可形成线性阵列或者其它形式来有效地滴落墨滴。线性阵列的喷嘴可排列成相对于接收器 180 的打印头模块 110 的快速扫描方向垂直或者倾斜。各个包括喷孔组的墨喷嘴可被优化以适应喷射不同体积的墨滴。

形成于硅本体 405 的流体导管 440 和 480 分别提供墨到喷嘴 410 和 450。每个流体导管 440 和 480 可具有它们分别关联的致动器 445 和 485，这样可独立地从关联的喷嘴 410 和 450 中喷出每个导管 440 和 480 中的流体。如所述的，限定某一喷嘴的所有的喷孔流体联接到同一导管，但是每个喷孔均具有自己的导管。可选择地，多个喷嘴中的两个或者多个喷嘴可联接到具有公用致动器的公用导管。作为另一种选择，喷嘴的喷孔组中的一些喷孔可以连接到具有单独致动器的不同导管。在这种情况下，致动器的动作可以通过控制器来协调，从而促使连接到特定喷嘴的致动器同时被启动，这样从喷孔喷射的墨融合为流体滴。

本发明已经介绍了一些实施例。然而，可以理解，在不背离本发明的精神和范围的情况下可作不同的修改。因此，其它实施例也在权利要求限定的范围之内。

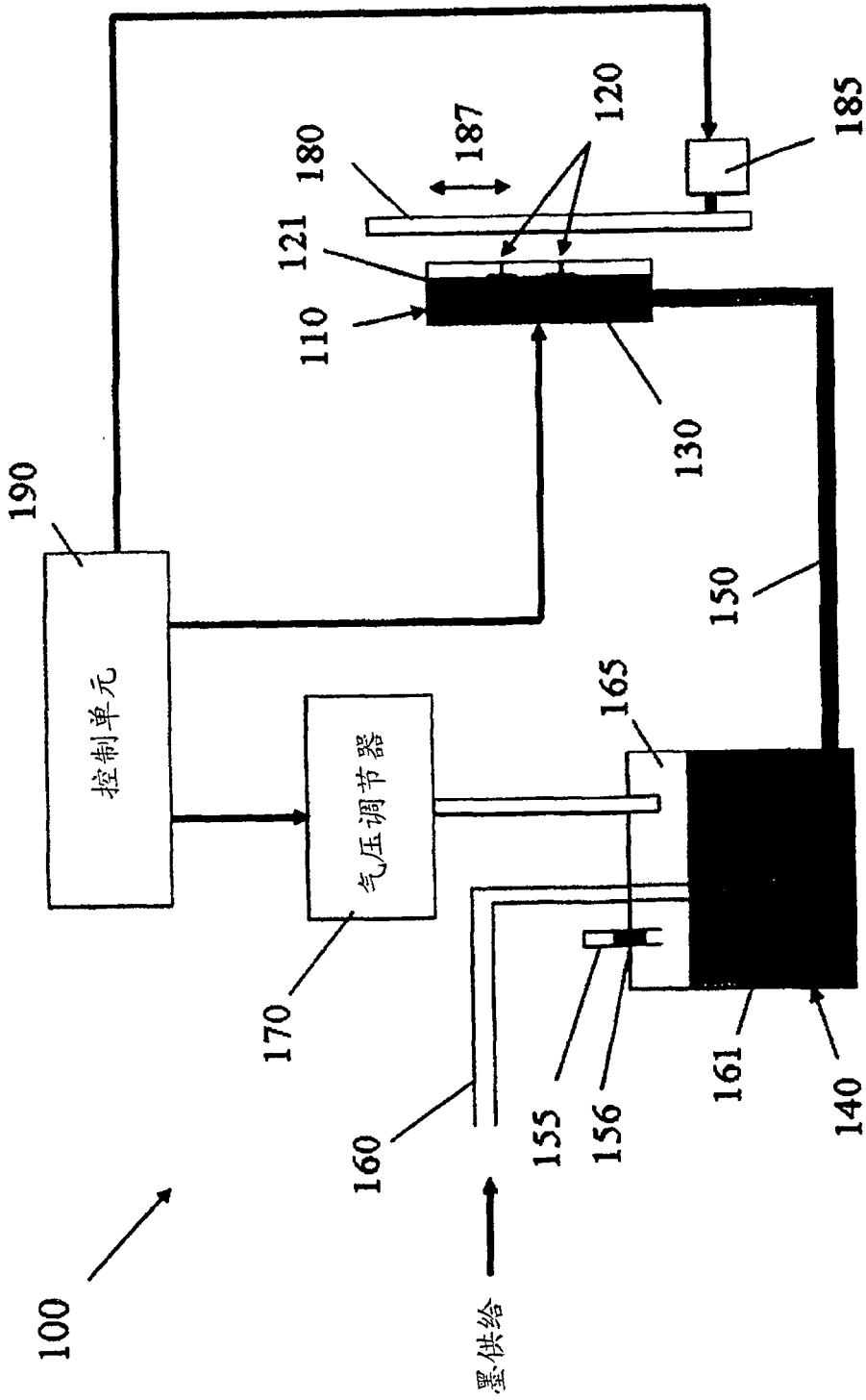


图 1



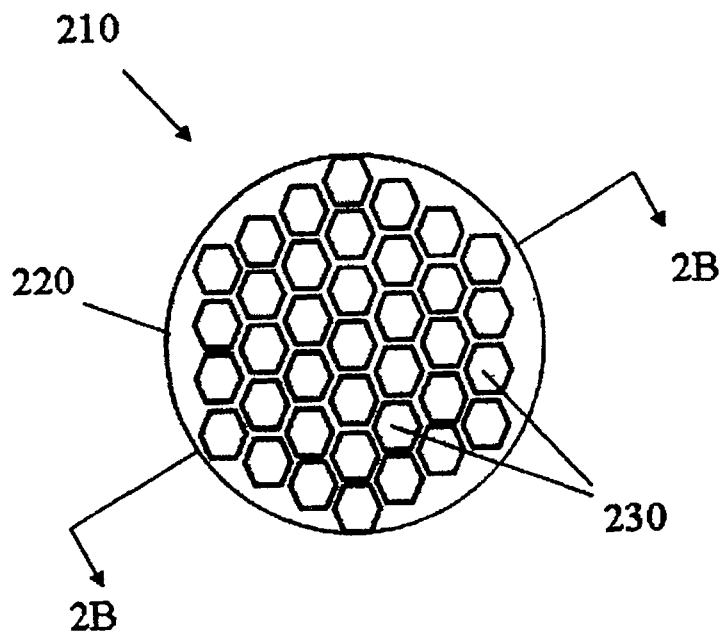


图 2A

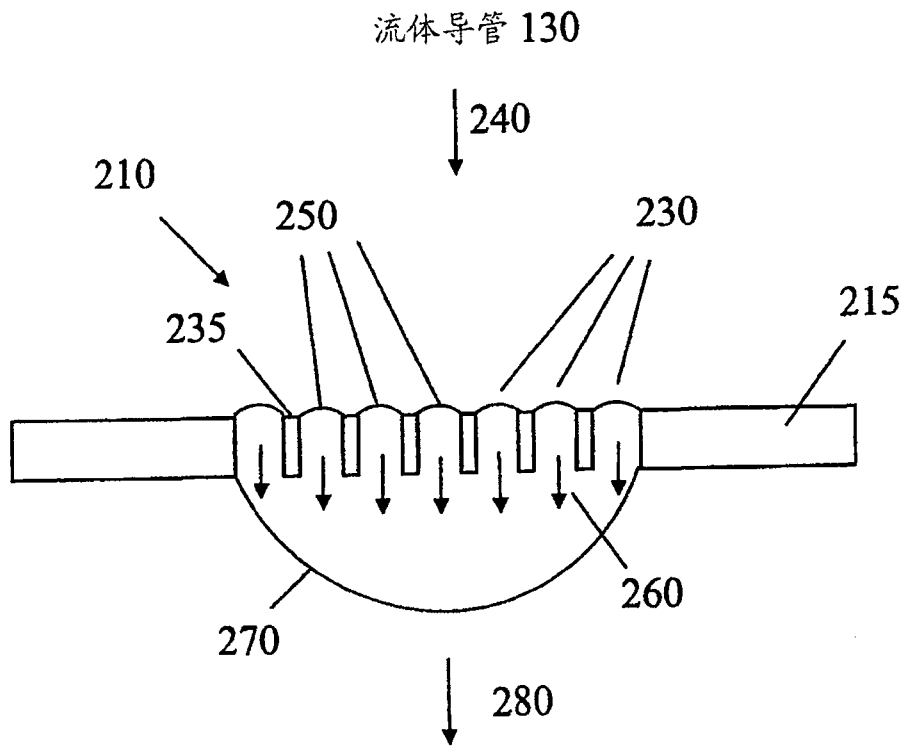


图 2B

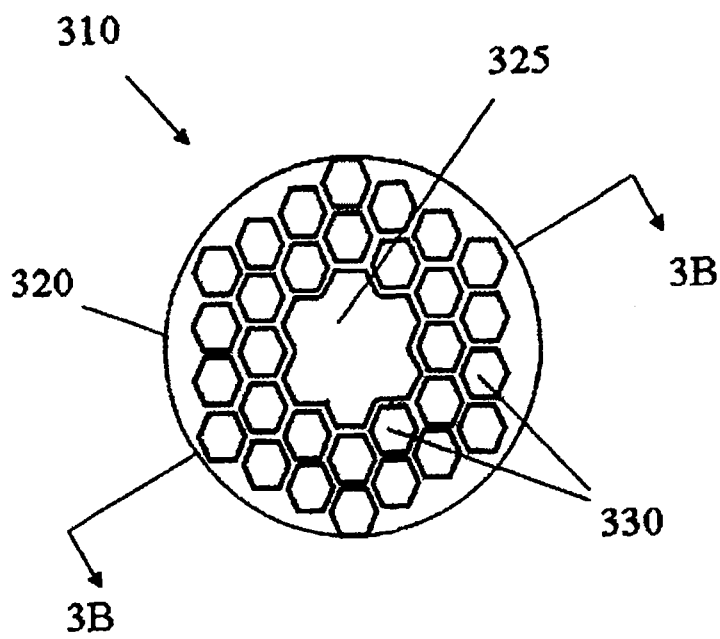


图 3A

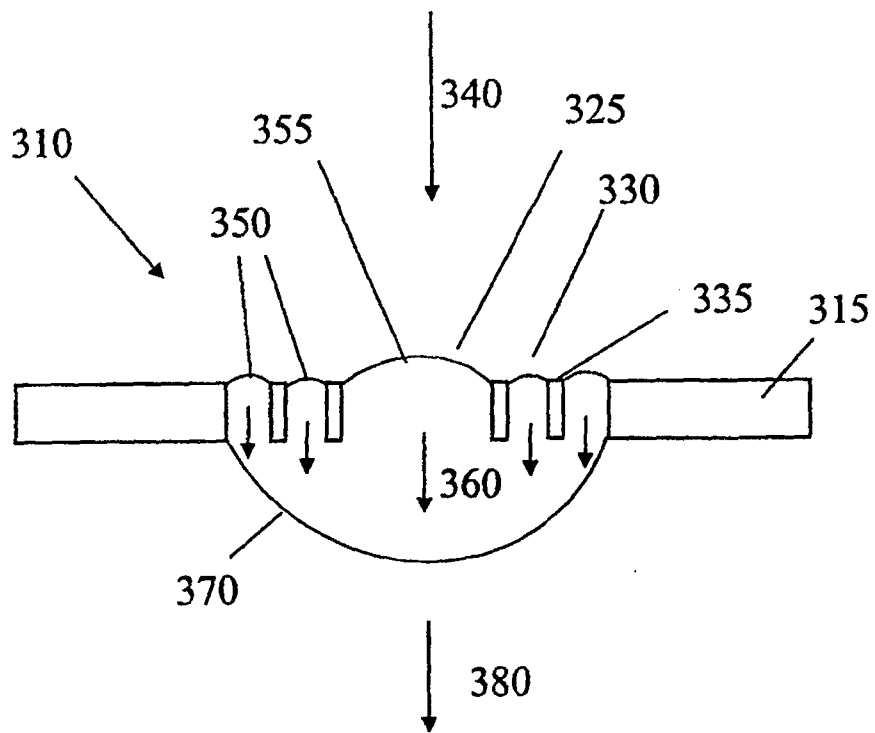


图 3B

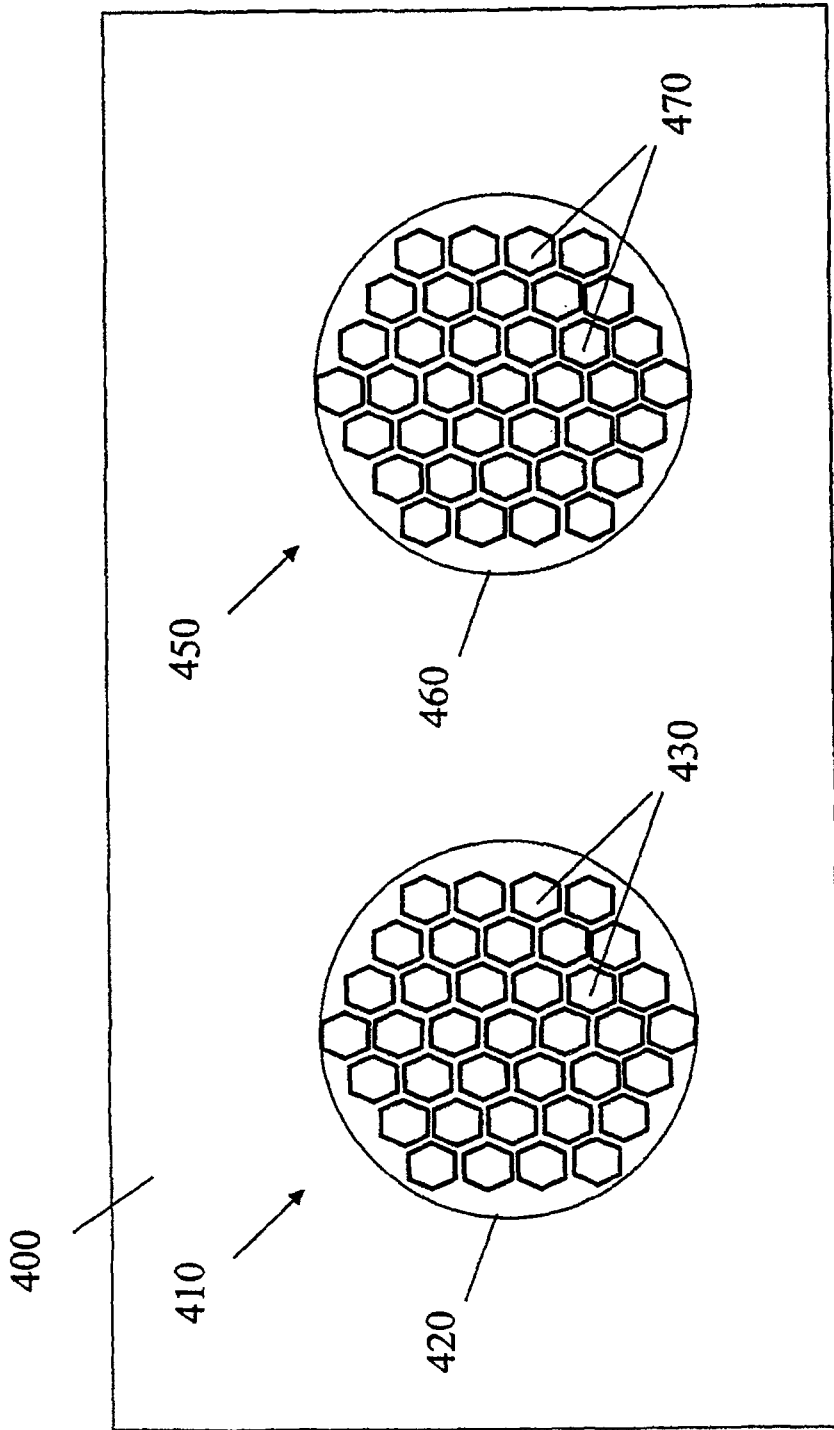


图 4A

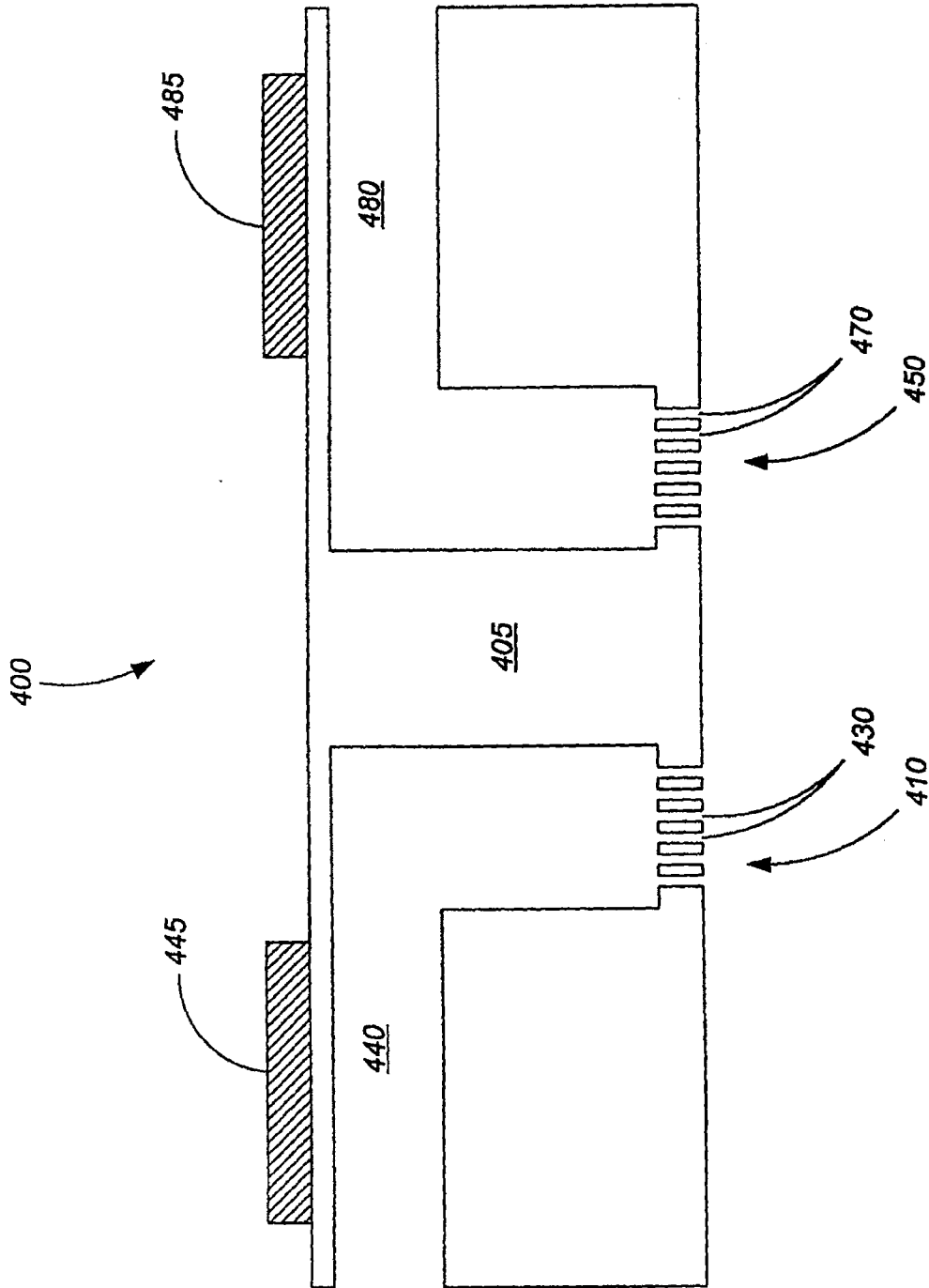


图 4B