

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B41J 2/05

B41J 2/14 B41J 2/16



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98126452.2

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 1168602C

[22] 申请日 1998.12.4 [21] 申请号 98126452.2

[30] 优先权

[32] 1997.12.5 [33] JP [31] 336102/1997

[32] 1997.12.5 [33] JP [31] 336104/1997

[32] 1998.11.20 [33] JP [31] 331576/1998

[71] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 久保田雅彦 小川正彦 池田雅实

斋藤一郎 石永博之 广木知之

今仲良行 尾崎照夫

审查员 朱 滢

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

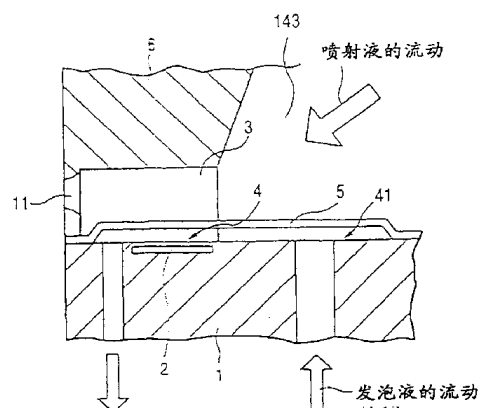
代理人 张金熹

权利要求书 4 页 说明书 44 页 附图 37 页

[54] 发明名称 喷液头及其制造方法和喷液头盒及
喷液设备

[57] 摘要

本发明提供了一种喷液头的制造方法，所述喷液头包括：一个顶板，该顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，相应地向所述多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向所述第一液体通道供墨的一个公共液腔；一个喷液头衬底，通过形成邻近所述第一液体通道设置的第二液体通道获得该喷液头衬底，所述衬底包括在衬底上的发泡区，衬底上有多个使所述喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动所述发热元件的驱动器；一个可动膜，该可动膜用于完全隔开所述第一液体通道和所述第二液体通道，并可在所述发热元件上产生的泡作用下移动；其中所述方法包括：可动膜形成步骤，用于以这样一种方式设置所述可动膜，即覆盖固定所述可动膜的部分。本发明还提供这样一种喷液头和具有这样一种喷液头的喷液设备。



1. 一种喷液头，包括与喷射液体的喷液口相通的第一液体通道，含有用于在液体中产生泡的发热元件的第二液体通道，使所述第一液体通道和所述第二液体通道相互完全隔开的可动隔离膜，其中：

所述可动隔离膜包括聚对二甲苯(polyparaxylylene)。

2. 按照权利要求1的一种喷液头的制造方法，

所述喷液头包括：

一个顶板，该顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，相应地向所述多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向所述第一液体通道供墨的一个公共液腔；

一个喷液头衬底，该衬底通过形成邻近所述第一液体通道设置的第二液体通道而获得，所述衬底包括在衬底上的发泡区，衬底上有多个使所述喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动所述发热元件的驱动器；以及

一个可动膜，该可动膜用于完全隔开所述第一液体通道和所述第二液体通道，并可在所述发热元件上产生的泡作用下移动；

所述方法包括：

可动膜形成步骤，用于以这样一种方式设置所述可动膜，即覆盖固定所述可动膜的部分。

3. 按照权利要求2所述的一种喷液头的制造方法，其中，固定所述可动膜的所述部分是所述喷液头衬底，所述方法还包括：

在形成所述第二液体通道的所述衬底部分上设置一保护层的步骤；

在设置所述保护层的表面的后侧形成一通孔的步骤；

从所述通孔除去所述保护层的步骤；并且其中所述隔离膜设置在提供有所述保护层的所述衬底的表面上。

4. 按照权利要求2所述的一种喷液头的制造方法，其中，固定所述可动膜的所述部分是设置在所述可动膜除可变形部分区域上的第一框架，所述方法还包括：

在一支撑体上设置所述第一框架的第一框架形成步骤，并且在可动膜形成步骤前形成所述框架；以及

在所述可动膜形成步骤后除去所述支撑体的步骤。

5. 按照权利要求4所述的一种喷液头的制造方法，还包括，在所述可动膜形成步骤后在所述隔离膜上设置第二框架的步骤。

6. 按照权利要求4所述的一种喷液头的制造方法，其特征在于：在所述第一框架形成步骤中，与所述第一框架同时形成一悬臂可动件，对应于所述可动膜的所述可变形部分，该悬臂可动件与可动膜接触，并向所述喷液口方向打开。

7. 按照权利要求1的一种喷液头的制造方法，
所述喷液头包括：

一个顶板，该顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，相应地向所述多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向所述第一液体通道供墨的一个公共液腔；

一个喷液头衬底，通过形成邻近所述第一液体通道设置的第二液体通道获得该喷液头衬底，所述衬底包括在衬底上的发泡区，衬底上有多个使所述喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动所述发热元件的驱动器；

一个可动膜，该可动膜用于完全隔开所述第一液体通道和所述第二液体通道，并可在所述发热元件上产生的泡作用下移动；

所述方法包括：

在形成所述可动膜的支撑体上设置所述可动膜的步骤；

在所述可动膜上设置用于固定所述可动膜的可动膜固定部分的步骤；

除去所述支撑体的步骤。

8. 按照权利要求7所述的一种喷液头的制造方法，其特征在于：所述可动膜固定部分形成所述第一液体通道的一部分。

9. 按照权利要求1的一种喷液头包括：

一个顶板，该顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，相应地向所述多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向所述第一液体通道供墨的一个公共液腔；

一个喷液头衬底，通过形成邻近所述第一液体通道设置的第二液体通道获得该喷液头衬底，所述衬底包括在衬底上的发泡区，衬底上有多个使所述喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动所述发热元件的驱

动器;

一个可动膜, 该可动膜用于完全隔开所述第一液体通道和所述第二液体通道, 并可在所述发热元件上产生的泡作用下移动;

其中:

所述可动膜具有连接到所述可动膜上以支撑所述可动膜的一个框架。

10. 按照权利要求9所述的一种喷液头, 其中: 设置所述框架以环绕所述可动膜的可变形部分。

11. 按照权利要求9所述的一种喷液头, 其中: 设置所述框架以夹紧所述可动膜的两个表面。

12. 按照权利要求11所述的一种喷液头, 其中: 所述框架设置在具有相互接合的连接部分的所述可动膜的两个表面上。

13. 按照权利要求9所述的一种喷液头, 其中: 悬臂可动件与所述框架整体形成, 悬臂可动件邻近所述可动膜设置并通过在所述发热元件上产生的泡的作用向所述喷液口方向打开。

14. 一种喷液头盒, 具有一个喷液头和一个装有从所述喷液头喷出的液体的墨盒, 其中,

所述喷液头包括:

一个顶板, 该顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口, 相应地向所述多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向所述第一液体通道供墨的一个公共液腔;

一个喷液头衬底, 通过形成邻近所述第一液体通道设置的第二液体通道获得该喷液头衬底, 所述衬底包括在衬底上的发泡区, 衬底上有多个使所述喷墨口喷出墨滴的发热元件, 所述衬底还包括驱动所述发热元件的驱动器; 和

一个可动膜, 该可动膜用于完全隔开所述第一液体通道和所述第二液体通道, 并可在所述发热元件上产生的泡作用下移动;

其中,

所述可动膜具有连接到所述可动膜上以支撑所述可动膜的一个框架,

其中所述第一液体通道与所述喷墨口联通, 所述第二液体通过包括所述发热元件, 和所述可动膜包括聚对二甲苯(polyparaxylilene)。

15. 一种喷液设备, 具有一个喷液头, 一个装有从所述喷液头喷出的液体的墨盒和一个安装所述喷液头的安装部分, 其中,

所述喷液头包括:

一个顶板，该顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，相应地向所述多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向所述第一液体通道供墨的一个公共液腔；

一个喷液头衬底，通过形成邻近所述第一液体通道设置的第二液体通道获得该喷液头衬底，所述衬底包括在衬底上的发泡区，衬底上有多个使所述喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动所述发热元件的驱动器；以及

一个可动膜，该可动膜用于完全隔开所述第一液体通道和所述第二液体通道，并可在所述发热元件上产生的泡作用下移动；

其中，

所述可动膜具有连接到所述可动膜上以支撑所述可动膜的一个框架；

还包括：

一个传送记录介质的传送装置，所述喷液头在该记录介质上进行记录，

其中所述第一液体通道与所述喷墨口联通，所述第二液体通道包括所述发热元件，和所述可动膜包括聚对二甲苯(polyparaxylylene)。

16. 一种喷液头的制造方法，其中，

所述喷液头包括与喷射液体的喷液口相通的第一液体通道，含有用于在液体中产生泡的发热元件的第二液体通道，使所述第一液体通道和所述第二液体通道相互完全隔开的可动隔离膜；

其中：

所述方法包括用借助于化学汽相反应或等离子体聚合反应沉积形成的有机膜形成所述可动隔离膜的步骤；

在所述有机材料中，在所述反应中，所述可动隔离膜的热降解温度比当所述发热元件开始薄膜沸腾时所述发热元件的表面温度高。

17. 按照权利要求16所述的一种喷液头的制造方法，其中：所述喷液头具有一用于固定所述可动隔离膜的可动膜固定部分，在0.1Torr或更少的高真空下形成所述可动隔离膜，以覆盖所述可动膜固定部分。

18. 按照权利要求16所述的一种喷液头的制造方法，其中：所述可动隔离膜包括作为有机材料的聚对二甲苯(polyparaxylylene)。

喷液头及其制造方法和喷液头盒及喷液设备

技术领域

本发明涉及一种喷液头的制造方法，一种喷液头，一种使用这种喷液头的喷液头盒和喷液设备。所述喷液头通过热能作用于液体产生的泡喷射所希望的液体。

背景技术

进一步，本发明可应用于具有打印机部分的设备，如打印机、复印机、具有通信系统和文字处理机的传真机，以及以组合的方式与各种处理装置相连的工业记录设备。所述打印机部分相对于如纸、丝、纤维、布、羽毛、金属、塑料、玻璃、木材或陶瓷及其类似物的记录介质实现记录。

此外，在本说明书中，“记录”一词不仅仅是指诸如字母或图形的图像施加在记录介质上，而且意味着诸如没有意义的图案施加在记录介质上。

已经知道一种喷墨记录方法（所谓的喷射泡记录方法），其中，通过向墨施加热能，墨中产生包括体积突变（产生泡）的状态的变化，通过基于这种状态变化的作用力，墨从喷射口喷出，从而通过使喷出的墨附着在记录介质上形成图像。如日本专利公报No61-59911和61-59914所公开的那样，使用这种喷射泡记录方法的记录设备通常包括用于喷墨的喷射口，与喷墨口相通的墨通道和作为能量产生装置的发热体（电热转换元件），发热体设置在墨通道中并易于喷墨。

按照上述的记录方法，能够高速低噪音地记录高品质的图像，并且，在实现这种记录方法的喷墨头中，由于能高密度地设置用于喷墨的喷射口，从而能够利用结构紧凑的设备容易地获得高分辨率的记录图像和彩色图像。因此，近年来，这种喷射泡记录方法应用于各种办公设备，如打印机，复印机，和传真机，也应用于如印刷设备的工业系统。

另一方面，在传统的喷射泡记录方法中，由于与墨接触的同时发热元件被反复地加热，墨沉淀会积聚在发热元件上。进一步，当被喷射的液体易于降解或难于产生足够的泡时，通过利用发热元件直接加热形成泡的方法不能获得良好的喷液。

如日本公开专利公报№58—81172所公开的那样，申请人提出了一种喷射液体的方法，即利用热能使发泡液发泡，通过隔开发泡液和喷射液的柔软膜片来实现喷射。在该方法中，柔软膜片和发泡液的关系是这样的，柔软膜片设置在喷嘴的一个零件上。相反地，日本公开专利公报№59—26270公开了一种设置，其中所用的大膜片将整个喷液头分成上部和下部。大膜片夹紧在构成液体通道的两个板件之间，防止两个液体通道中的液体互相混合。

另一方面，日本公开专利公报№5—229122公开了发泡液本身具有其自身的性质，且考虑到发泡特性将沸点比喷射液的沸点低的液体用作发泡液的一种技术，日本公开专利公报№4—329148公开了将导电液体用作发泡液的技术。

然而，通过研究使用上述隔离膜的喷液头的实际制造方法，发明人发现了如下的问题。

那就是说，由于隔离膜位于具有多个发热元件的衬底和形成公共液腔的顶板之间，当作为单件处理可变形隔离膜时，隔离膜的安装变得复杂，并且在安装过程中会损坏隔离膜。

进一步，将隔离膜粘结到墨通道和喷液头的加热件上所希望的位置并可靠地固定隔离膜的表面而不是它的可动部分是困难的，这导致喷射性能的散射。特别地，当为了获得高水平的喷液同时保持隔离膜的隔离性能的效果而使用隔离膜（发明人提交的申请涉及的）时，必须以简单地方式解决这个问题。

另外，从另一点出发，当利用有机膜和发热元件通过薄膜沸腾形成泡并在此基础上喷液时，发明人发现了另一个新问题。那就是说，考虑到由一系列状态变化（发泡，泡的生长和泡的收缩）引起的隔离膜的移动中的热因素，提出了一个提高隔离膜本身和喷墨头寿命的问题（这可能在实际应用中出现）。

本发明的一个目的是提供一种制造喷液头的方法，其中解决了上述问题，并降低了喷液性能的散射，从而提高了可靠性。

本发明的第二个目的是提供一种能记录高品质图像的喷液头，其中解决了上述问题，并降低了喷液性能的散射，从而提高了可靠性。

本发明的另一个目的是提供相关的发明（在后描述），如发明人在解决上述问题过程中得出的一种制造喷液头的方法，一种喷液头，一种喷液

头盒和一种喷液设备。

发明内容

为了实现上述的第一个目的，按照本发明，在制造喷液头的方法中，喷液头包括一个顶板，一个喷液头衬底和一个可动膜，顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，用于相应地向多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向第一液体通道供墨的一个公共液腔，通过形成邻近第一液体通道设置的第二液体通道获得所述喷液头衬底，所述衬底包括邻近第一液体通道设置在衬底上的发泡区，衬底上有多个使喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动发热元件的驱动器，可动膜用于完全隔开第一液体通道和第二液体通道，并可在发热元件上产生的泡作用下移动，在制造所述喷液头的方法中提供了可动膜形成步骤，用于以这样一种方式设置可动膜，即覆盖固定可动膜的部分。

按照本发明的另一个方面，在制造喷液头的方法中喷液头包括一个顶板，一个喷液头衬底和一个可动隔离膜；顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，相应地向多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向第一液体通道供墨的一个公共液腔；通过形成邻近第一液体通道设置的第二液体通道获得喷液头衬底，所述衬底包括邻近第一液体通道设置在衬底上的发泡区，衬底上有多个使喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动发热元件的驱动器；可动隔离膜用于完全隔开第一液体通道和第二液体通道，并可在发热元件上产生的泡作用下移动；在制造所述喷液头的方法中提供了在形成可动膜的支撑体上设置可动膜的步骤，提供了在可动膜上设置用于固定可动膜的可动膜固定部分的步骤，提供了除去支撑体的步骤。

按照上述喷液头的制造方法，由于可动膜与固定可动膜的部分是整体形成的，不用单独处理可动膜。相应地，提供了一种制造喷液头的方法，其中解决了上述问题，并降低了喷液性能的散射，从而提高了可靠性。

为了实现上述的第二个目的，按照本发明，喷液头包括一个顶板，一个喷液头衬底和一个可动隔离膜；顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，相应地向多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向第一液体通道供墨的一个公共液腔；通过形成邻近第一液体通道设置的第二液体通道获得喷液头衬底，所述衬底包括邻近第一液体通道设置在衬底上的发泡区，衬底上有多个使喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动发热元件的驱动器；可动隔离膜用于完全隔开第一液体通道和第二液体通道，并可在发热

元件上产生的泡作用下移动；在所述的喷液头中，可动膜具有一个支撑可动膜的框架，以支撑可动膜。所述可动膜包括聚对二甲苯(polyparaxylylene)。

按照上述喷液头，由于设置了支撑可动膜的框架，在制造过程中处理可动膜时，可确保足够的刚性以防止可动膜的损坏，并能容易和正确地实现组装定位。进一步，由于膜的某些部分可靠地用作固定端[在可动膜移动期间通过框架的作用变成固定端（没有移动）]，而不需要利用在顶板和衬底之间的连接件，没有到处存在的散射和取决于使用条件的散射，从而使喷液性能稳定并记录高精度的图像。

按照本发明的另一个方面，喷液头包括一个顶板，一个喷液头衬底和一个可动隔离膜。顶板包括多个喷射墨滴的喷墨口，相应地向多个喷墨口供墨的多个第一液体通道和向第一液体通道供墨的一个公共液腔。通过形成邻近第一液体通道设置的第二液体通道获得喷液头衬底，所述衬底包括邻近第一液体通道设置在衬底上的发泡区，衬底上有多个使喷墨口喷出墨滴的发热元件，所述衬底还包括驱动发热元件的驱动器。可动隔离膜用于完全隔开第一液体通道和第二液体通道，并可在发热元件上产生的泡作用下移动。在所述的喷液头中，顶板、喷液头衬底和连接顶板和喷液头衬底的可动膜部分由包括相同元素的材料形成。

按照上述的喷液头，顶板、喷液头衬底和连接顶板和喷液头衬底的可动膜部分由包含相同元素的材料形成。相应地，当组装顶板、喷液头衬底和可动膜时，即使在高温条件下进行组装，也能防止膜的可动部分脱离液体通道。进一步，由于在运行过程中喷液头中积聚的热能等同地作用在顶板、喷液头衬底和可动膜的连接部分上，顶板、喷液头衬底和可动膜的位置不会偏移，并且没有额外的力作用在连接部分上。相应地，由于可动膜的可动部分和固定部分能可靠地作为可动部分和固定部分进行操作，从而能够获得高精度的输出图像。

进一步，本发明提供了具有上述喷液头的喷液头盒和具有上述喷液头的喷液设备。

另外，如上所述，本发明包括基于承认当有机膜用作隔离膜时引起的新问题的发明，通过后面叙述的实施例能理解这些发明。

此外，在本说明书中，“上游”和“下游”是相对于从供液源经过发泡区(或可动件)到喷液口的液流方向使用的，或者用于表示相关的结构方

向。

附图说明

图1是本发明第一实施例的喷液头沿液体通道方向的截面图；

图2是图1中的喷液头沿垂直于多个液体通道方向的截面图；

图3A，3B和3C是显示构成本发明第一实施例喷液头的顶板的制造步骤的示图；

图4A，4B和4C是说明图，显示了构成本发明第一实施例的喷液头的喷液头衬底的制造方法，及顶板被连接到喷液头衬底上的状态；

图5A，5B和5C是显示在构成本发明喷液头的顶板中形成孔的步骤的截面简图；

图6A，6B，6C，6D和6E是（沿液体通道方向）以时间推移方式说明液体从图1所示的喷液头喷出的截面简图；

图7是本发明第二实施例的喷液头沿液体通道方向的截面图；

图8是图7中的喷液头沿垂直于多个液体通道方向的截面图；

图9A，9B和9C是显示了构成本发明第二实施例的喷液头的喷液衬底的制造方法，及顶板被连接到喷液头衬底上的状态的示意图；

图10A，10B，10C和10D是说明本发明第二实施例喷液头的具有连接部分的隔离膜的制造方法的截面简图；

图11A，11B，11C，11D和11E是说明本发明第二实施例喷液头的具有连接部分的隔离膜的另一种制造方法的截面简图；

图12A是本发明第二实施例喷液头的与连接部分整体形成的隔离膜的立体图，图12B是显示在硅片上形成与连接部分整体形成的多个隔离膜以一次获得多个隔离膜的状态的简图；

图13A，13B，13C，13D和13E是说明本发明第二实施例的喷液头的操作的示意图；

图14A，14B，14C和14D是说明图13A—13E中的喷液头中的发热元件和第二液体通道和连接件之间的设置关系的视图，其中，图14A是显示发热元件和第二液体通道之间的位置关系的视图，图14B是连接件的顶视图，图14C是显示发热元件和第二液体通道和连接件之间位置关系的视图，图14D是显示可动隔离膜的可移动区的视图；

图15是本发明第三实施例的喷液头沿液体通道方向的截面图；

图16是图15中的喷液头沿垂直于多个液体通道方向的截面图；

图17A, 17B, 17C和17D是说明本发明第三实施例喷液头的与连接部分整体形成的隔离膜的制造方法的截面简图;

图18A和18B是本发明第三实施例喷液头的与连接部分整体形成的隔离膜的立体图;

图19A, 19B和19C是说明本发明第三实施例的喷液头的操作的示意图;

图20A1, 20A2, 20B1, 20B2, 20C1, 20C2, 20D1和20D2是按顺序说明本发明第四实施例的喷液头的制造步骤的示意图, 其中图20A1, 20B1, 20C1, 和20D1是立体图, 图20A2, 20B2, 20C2和20D2是沿垂直于多个液体通道方向并与立体图相对应的截面图;

图21是显示本发明对应于发热元件部分(发泡区)的喷液头衬底部分的例子的截面图;

图22是说明本发明喷液头衬底的主要元件的纵截面的例子的截面简图;

图23A, 23B, 23C, 23D和23E是沿液体通道方向的截面图, 说明提高本发明喷液头的喷液效率的基本喷液方式;

图24A, 24B, 24C, 24D和24E是沿液体通道方向的截面图, 说明提高本发明喷液头的喷液效率的基本喷液方式;

图25A、25B和25C是沿液体通道方向的截面图, 说明提高本发明喷液头的喷液效率的可隔离膜的移动步骤;

图26A, 26B和26C显示了具有调节可动隔离膜的装置的本发明喷液头的第一实施例, 其中图26A是显示无泡状态的沿液体通道方向的截面图, 图26B是显示发泡(喷液)状态的沿液体通道方向的截面图, 图26C是显示第二液体通道结构的图;

图27A和27B显示了具有调节可动隔离膜的装置的本发明喷液头的第二实施例, 其中图27A是显示无泡状态的沿液体通道方向的截面图, 图27B是显示发泡(喷液)状态的沿液体通道方向的截面图;

图28A和28B是沿液体通道方向的截面图, 显示了图27A和27B所示喷液头的一种变化形式, 其中图28A显示了以台阶方式形成的第二液体通道壁的一部分, 图28B显示了形成的具有某一曲率半径的第二液体通道壁的一部分;

图29A和29B显示了具有调节可动隔离膜的装置的本发明喷液头的第三

例，其中，图29A是显示第二液体通道和发热元件之间位置关系的顶视图，图29B是显示图29A中位置关系的立体图；

图30A，30B，30C，30D和30E是以时间推移方式说明图29A和29B所示喷液头的喷液操作的图，其中图30A—30E中的（A）是沿图29A中线A-A截取的截面图，图30A—30E中的（B）是沿图29A中线B-B截取的截面图，图30A—30E中的（C）是沿图29A中线C-C截取的截面图；

图31A，31B和31C显示了图29A和29B所示喷液头的变化形式，其中，图31A显示了一种在发热元件附近第二液体通道的宽度从上游侧到下游侧以台阶方式逐渐变宽的变化形式，图31B显示了一种在发热元件附近第二液体通道的宽度从上游侧到下游侧以一曲率半径逐渐变宽的变化形式，图31C显示了一种在发热元件附近第二液体通道的宽度从上游侧到下游侧以与图31B相反的曲率逐渐变宽的变化形式；

图32是沿液体通道方向的截面图，显示了具有调节可动隔离膜的装置的本发明喷液头的第四实施例；

图33A，33B，33C和33D是说明图32的喷液头的操作的示意图；

图34是说明图32和图33A—33D中的喷液头的第二液体通道的结构的顶视图，显示了省略掉可动隔离膜的第二液体通道；

图35是沿液体通道方向的截面图，显示了具有调节可动隔离膜的装置的本发明喷液头的第五实施例，且显示了发泡状态；

图36A，36B，36C和36D是说明图35的喷液头的操作的示意图；

图37是沿液体通道方向的截面图，显示了具有调节可动隔离膜的装置的本发明喷液头的第六实施例，且显示了发泡状态；

图38A和38B是沿液体通道方向的截面图，显示本发明应用于一种喷液头的例子，其中喷射口设置在发泡区的下游侧，使喷液方向垂直于第一液体通道的液流方向，其中图38A显示了无泡状态，图38B显示了发泡状态；

图39是能应用本发明的喷液头盒的立体分解图；

图40是能应用本发明的喷液设备的结构简图；

图41A，41B，41C，41D，41E和41F显示了本发明的聚对二甲苯（PPX）的基本化学式；

图42A，42B和42C是表示当隔离膜仅由图41A中的聚对二甲苯（polyparaxylirene）形成时反应过程中材料变化的示意图；

图43A和43B是显示具有调节可动隔离膜的装置的本发明喷液头的一个

例子的示意图, 其中, 图43A显示了无泡状态, 图43B显示了发泡(喷液)状态; 以及

图44A和44B是显示具有调节可动隔离膜的装置的本发明喷液头的另一例子的示意图其中, 图44A显示了无泡状态, 图44B显示了发泡(喷液)状态。

具体实施方式

现在将参照附图并结合实施例说明本发明。

(第一实施例)

图1是本发明第一实施例的喷液头沿液体通道方向的截面图, 图2是图1中的喷液头沿垂直于多个液体通道方向的截面图。

在第一实施例的喷液头中, 用于发泡液体的第二液体通道4位于喷液头衬底1上, 衬底1上设置有多个向液体提供发泡热能的发热元件2, 与喷射口11相连的第一液体通道3(用于喷射液)设置在第二液体通道上。第一和第二液体通道对应于各个相应的发热元件2。

由无机材料制成的、弹性的可动隔离膜5设置在第一和第二液体通道之间, 以使第一液体通道3中的喷射液和第二液体通道4中的发泡液完全隔离。第一液体通道3中的喷射液和第二液体通道4中的发泡液由各自的供应通道提供。

喷射液由一墨盒(随后叙述)供应到第一公共液腔并通过对应于多个各自的发热元件的第一液体通道从喷射口11喷出。另一方面, 发泡液被供应到第二公共液腔并进入对应于多个各自的发热元件的第二液体通道。在例举的实施例中, 发泡液在如图1中箭头所示的方向流动, 并通过液体移动通道(未显示)移动或循环。

通过将顶板6与喷液头衬底1连接而形成与喷射口11相连通的第一液体通道3。即, 例举的实施例的顶板6是由具有喷射口11的一个孔板、用于限定多个第一液体通道3的多个液体通道壁3a和一个液腔座构成, 其中液腔座构成第一公共液腔143, 该液腔与多个第一液体通道3均相通, 以向第一液体通道3提供液体(喷射液)。

例举的实施例的喷液头的特点在于喷液头衬底1、可动隔离膜5和顶板6是由包括如硅元素的相同元件的材料制成。

首先说明制造本实施例的喷液头的方法。图3A-3C至图5A-5C是说明喷液头制造方法的简图。

首先参照图3A-3C简要的介绍顶板的制造方法。

如图3A所示, 首先, 当约 $1\mu\text{m}$ 厚的热 SiO_2 氧化物膜13形成在硅片(硅衬底)的两个表面上后, 采用如光蚀法的已知技术使构成公共液腔的部分形成图案。并且, 通过微波CVD方法(此后称为“ $\mu\text{W-CVD}$ 方法”)在膜13上形成约 $30\mu\text{m}$ 厚的 SiN 膜14(喷嘴材料)。在 $\mu\text{W-CVD}$ 方法中形成 SiN 膜所用的气体可以是单硅烷(SiH_4)、氮(N_2)和氩(Ar)的混合气。此外, 所用的气体的成分也可以包括硅烷(Si_2H_6)和/或氨(NH_3)以及上述气体。

在例举的实施例中, SiN 膜通过使用 1.5kw 的微波和提供流速为 $100/100/40\text{ sccm}$ 的 $\text{SiH}_4/\text{N}_2/\text{Ar}$ 气在 5mTorr 的高真空下形成。也可以通过使用RF电源的CVD方法按其它组分比形成 SiN 膜。

然后, 如图3B所示, 通过采用如光蚀法的已知技术使孔和液体通道部分形成图案, 并通过采用绝缘的耦合等离子体蚀刻设备进行蚀刻, 以获得沟槽结构。

此后, 如图3C所示, 通过采用氢氧化四甲铵(此后称为“TMAH”)进行蚀刻, 将硅片制成与如图1所示的整体形成孔型硅顶板6。

接下来, 参照图4A-4C介绍喷液头衬底和可动膜的制造方法。

首先, 如图4A所示, 通过采用等离子体CVD方法在一元件衬底16(随后介绍)上形成一约 $5\mu\text{m}$ 厚的PSG(磷硅玻璃)膜17。在例举的实施例中, 由于PSG膜的厚度最终决定了第二液体通道的高度, 考虑到整个液体通道的平衡取决于向第二液体通道供液的条件, 选择能实现可动件的最佳效能的厚度值是所希望的。

然后, 如图4B所示, 通过采用如光蚀法的已知技术使PSG部分而不是构成第二液体通道和第二公共液腔的其它部分形成图案, 同时, 约 $1\mu\text{m}$ 厚的 SiN 膜18(构成在第一液体通道和第二液体通道之间的隔离膜)形成在PSG膜上。所述 SiN 膜通常用于半导体工艺, 具有良好的抗碱性、化学稳定性和良好的抗墨蚀性。作为 SiN 膜的组分, Si_3N_4 是最好的, 但是考虑到可动膜的效能, Si_3N_4 可以选择为 $1:1$ 至 $1:5$ 。进一步, 鉴于极好的抗碱性、化学稳定性和抗墨蚀性, 可用 SiC 代替 SiN 。此外, 根据材料的不同, 由无机材料如 SiN 制成的可动膜的厚度希望在 $1000\text{\AA}$ – $1\mu\text{m}$ (在 SiN 的情况下)。

另一方面, 考虑到元件衬底16的背面, 当约 $1\mu\text{m}$ 厚的热 SiO_2 氧化物膜先形成在衬底16上后, 通过采用如光蚀法的已知技术使由第二公共液腔和第二液体通道限定的用于形成液体移动通道的多个开口部分(图4A-4C未显示, 参

见图1)形成图案,如供液口和喷射口。通过采用绝缘的耦合等离子体蚀刻设备在元件衬底16的背面上形成(通过蚀刻)直径为 $10 - 50\ \mu\text{m}$ 的圆柱形通孔。

在本实施例中,采用PSG膜作为形成第二液体通道的保护层,在蚀刻过程中,当设置对应于第二液体通道的孔洞时,蚀刻在PSG膜上的某一地方能够停止。此外,考虑到其上形成有通孔的元件衬底面积,蓄热层103(随后介绍)应预先去除。

如图4C所述,通过注入溶剂(例如,氟代酸缓冲剂)从形成有通孔的衬底背面除去PSG膜,这样第二液体通道就形成了,从而,完成了与可动膜整体形成的喷液头衬底。此外,在本实施例中,由于采用了第二液体通道作为液体移动通道并设置了多个通孔,能够用溶剂迅速地除去PSG并防止残余物的蚀刻。

如上所述,按照与可动膜整体形成的喷液头衬底的制造方法,由于可动膜与喷液头衬底是整体形成的,衬底具有固定可动膜的部分,因此不需要加工一个作为单独零件的非常薄的约 $1\ \mu\text{m}$ 厚的可动膜。

进一步,由于可动膜能与具有发热阻件的喷液头衬底整体形成,相对于发热阻件,可动膜的位置能更精确地确定,从而防止喷射性能的散射。进一步,由于利用半导体制造工艺形成第二液体通道,液体通道之间的间隙能够减小到约 $10 - 20\ \mu\text{m}$,从而容易地实现喷嘴的高密度排列设置。

另外,已经介绍了PSG用作形成第二液体通道的保护层的例子,只要通过溶剂设定了保护层和可动隔离膜间的选择关系,任何材料都能够用作保护层。例如,在本实施例中,当SiN用作可动隔离膜和氟代酸缓冲剂用作溶剂时,BPSG(硼磷硅玻璃)通常可用作保护层。此外,在SiN用作可动隔离膜和氟代酸缓冲剂用作溶剂的情况下,当PSG或BPSG用作保护层时,即使蚀刻残余物留在第二液体通道中,由于蚀刻残余物适于被诸如墨的碱性物质浸蚀,蚀刻残余物最终在供墨时流出,从而提高了可靠性。进一步,当通过上述工艺制造时,在形成上述通孔的蚀刻工艺中,希望提供考虑到元件衬底设置保护层和可动膜的选择关系。在满足这种条件的材料中,选择所希望的材料。

下面将介绍图4C所示的顶板和与可动膜整体形成的喷液头衬底之间的连接。

在本实施例中,由于与可动膜整体形成的喷液头衬底和顶板由同一元

素形成，利用表面活性能够通过低噪音（室温）连接实现它们之间的连接（此后称为“室温连接”）。

此情况下使用的室温连接装置包括一辅助腔和一连接腔（均是真空腔），并使用1-10Pa的真空。在辅助腔中，利用图像处理来确定用于定位喷液头衬底1和整体形成孔式顶板6的连接部分的校准位置。此后，保持这种条件，组件被传送到连接腔，在这里，能量粒子施加到要被连接部分的SiN膜的表面。当表面被激活后，喷液头衬底1和整体形成孔式顶板6就连接在一起了。此时，为了增加强度，温度为200℃或更高，或者施加压力。

此外，作为一种连接方法，当水玻璃（硅酸钠）薄膜（3000Å厚）涂敷在喷液头衬底的连接部分上并形成图案后，衬底在约100℃的温度下连接到顶板上，或者，当利用输送法将粘结剂涂敷在喷液头衬底和顶板之一上后，可以利用热压进行连接。

在例举的实施例中，当连接顶板和喷液头衬底时，由于顶板、可动膜和喷液头衬底由包括硅元素的材料形成，热膨胀产生的影响以相同的方式作用在这些部件上，从而提高了耐热性。因此，即使在高温条件下进行组装（连接）时，可动膜的可动部分能够避免偏离液体通道。此外，为了均衡热膨胀产生的影响，材料不限于硅元素，但顶板、可动膜和喷液头衬底由相同材料制成。

如上所述，关于如图5A所示，通过连接顶板和喷液头衬底获得组件。如图5B所示，在真空下利用离子束19及掩膜20加工出孔部分。在这种情况下，借助于离子束力，可用一倒锥进行加工。利用这种方式如图5C所示完成喷液头。另外，作为一种制造孔的方法，利用受激准分子激光器可在常温/压下进行激光研磨。

在利用受激准分子激光器进行激光研磨时，SiN材料是适用的。以上提及的加工的材料包括：硅、SiN最好，SiC和Si较好，SiO₂最差。另外，包括硅的可动膜由等离子CVD方法形成。

尽管由激光研磨形成的无机绝缘可动膜的表面本身具有足够光滑的结构，为了获得更光滑的结构，还附加有抛光工艺。

下面参照附图6A-6E介绍图1的喷液头的喷液。图6A-6E是说明液体以时间推移方式从图1中的喷液头喷出方式的截面简图(沿液体通道方向)。

在图6A-6E中，直接与喷射口11相连通的第一液体通道3填充有由第

一公共液腔143供应的第一液体，具有发泡区的第二液体通道4填充有发泡液，通过发热元件2提供的热能从发泡液形成泡。

在如图6A所示的初始条件下，第一液体通道3中的液体由毛细管力传送到喷射口11附近。另外，在例举的实施例中，沿第一液体通道3中的液流方向，第一液体通道3上的喷射口11位于发热元件2的喷射区的下游侧。如上所述，第二液体以箭头所示的方向在第二液体通道中循环流动。

在这种情况下，当给发热元件2施加热能时，发热元件2被迅速加热，结果使得与发泡区接触的第二液体被加热并产生气泡（图6B）。具有高压的气泡7由U.S.专利№4,723,129所述的薄膜沸腾现象产生，并形成在发热元件2的整个表面上。这种情况下产生的压力通过第二液体通道4中的第二液体传递并作用在可动隔离膜5上，其结果是可动隔离膜5变形以开始喷射第一液体通道3中的第一液体。

当在整个发热元件2表面上形成的气泡7迅速长大时，气泡变成膜形（图6C）。在初始发泡条件下具有高压的气泡7的膨胀使得可动隔离膜5继续变形，从而进一步加速了第一液体通道3中的第一液体从喷射口11喷出。此后，当气泡7继续长大时，可动隔离膜5的变形增加（图6D），然后当气泡收缩时，可动隔离膜回到如图6A（图6E）所示的初始状态。

如上所述，在例举的实施例的喷液头中，喷液头衬底1、可动隔离膜5和顶板6由包括相同元素的材料制成。相应地，由于热积聚产生的影响以相同的方式作用在这些件上，在使用过程中，喷液头衬底1、可动隔离膜5和顶板6之间的连接部分不会受到多余的力。因此，由于制造中的组装精度提高了，并且可动膜的可动部分和固定部分能够可靠地分别用作可动部分和固定部分，从而可以稳定地获得高品质的输出图像。

进一步，在例举的实施例中，由于顶板由包括硅的材料制成，与由树脂制成的喷液头相比，喷液头的散热性能提高了。此外，由于构成喷射液通道的液体通道壁由SiN及可动隔离膜形成，抗墨腐蚀性能提高了。借助于这些辅助特征，上述的能稳定地获得高品质输出图像的效果会更好。

最后，将补充说明图1的喷液头。

在例举的实施例中，如图1所示的喷液头中，与第二液体通道相连通的第二公共液腔由可动隔离膜5构成。为了防止液流（由可动隔离膜和发热阻件间的发泡区产生的气泡引起的压力波导致）进入第二液体通道，构成第

二液体通道的侧壁延伸到发热元件2的后端的上游点。

在例举的实施例中，由于第二公共液腔由可动膜构成，从而能够获得进一步抑制由发泡引起的发泡液的相互干扰的效果。为了提高这种效果，如在例举的实施例中一样，希望利用置于中间的可动隔离膜使第二公共液腔与第一公共液腔相对。

（第二实施例）

图7是本发明第二实施例的喷液头沿液体通道方向的截面图，图8是图7中的喷液头沿垂直于多个液体通道方向的截面图。此外，在第二实施例中，具有与第一实施例中相同功能的零件用相同的标记号表示。

在本实施例的喷液头中，用于发泡液体的第二液体通道4位于喷液头衬底1上，衬底1上设置有向液体提供发泡热能的发热元件2，与喷射口11相连通的第一液体通道3（用于喷射液）设置在第二液体通道上。第一和第二液体通道对应于各个相应的发热元件2。弹性的可动隔离膜5设置在第一和第二液体通道之间，以使第一液体通道3中的喷射液和第二液体通道4中的发泡液完全隔离。第一液体通道3中的喷射液和第二液体通道4中的发泡液由各自的供应通道供应。

通过将顶板6与喷液头衬底1连接而形成与喷射口11相连通的第一液体通道3。即，顶板6由具有喷射口11的一个孔板、用于形成多个第一液体通道3的多个槽和一个形成第一公共液腔143的凹槽构成，所述液腔与多个第一液体通道3均相通，以向第一液体通道3提供液体（喷射液）。

隔离膜5由具有弹性并抗约300℃的热腐蚀、抗油腐蚀、抗溶剂腐蚀和抗化学腐蚀的材料制成。并且，希望该材料通过涂敷或沉积具有良好的成膜性能。例如，可以将聚对二甲苯作为硅橡胶弹性体的表面膜使用。这种材料具有对硅材料的良好粘着性和良好的弹性，并且，利用气相沉积聚合方法能够从这种材料获得薄膜。此外，氟树脂膜也适用于本发明的喷液头的隔离膜。当涂敷完氟树脂（例如，FEP，PFA，PTFE）的水涂料后，通过加热烘烤形成薄膜。氟树脂具有对硅材料的良好粘着性和良好的弹性。

连接件130a、130b设置在隔离膜5的上面和下面，用于固定隔离膜5和使第一液体通道壁3a和第一公共液腔座与第二液体通道壁4a和第二公共液腔座连接。在例举的实施例中，顶板、喷液头衬底和连接件130a、130b由包括硅元素的材料制成。

相应地, 由于热积聚产生的影响以相同的方式作用在这些件上, 在使用过程中, 喷液头衬底1、可动隔离膜5和顶板6之间的连接部分不会受到多余的力。因此, 由于制造中的组装精度提高了, 并且可动膜的可动部分和固定部分能够可靠地分别用作可动部分和固定部分, 从而可以稳定地获得高品质的输出图像。

进一步, 在例举的实施例中, 由于顶板由包括硅的材料制成, 与由树脂制成的喷液头相比, 喷液头的散热性能提高了, 并且, 同第一实施例一样, 上述的(在例举的实施例中)能稳定地获得高品质输出图像的效果会更好。

最后, 将补充说明本实施例的特征。

同第一实施例一样, 在第二实施例中, 由于构成第二液体通道的侧壁延伸到发热阻件2的后端的上游点, 并且利用置于中间的可动隔离膜使第二公共液腔与第一公共液腔相对, 因而可以进一步抑制由发泡引起的发泡液的相互干扰。

进一步, 在例举的实施例中, 构成第一液体通道的液体通道壁3a(第一液体通道的侧壁)延伸到在发热阻件2后端的上游点的第一公共液腔143, 这里没有顶壁。

由于这种安排设置, 当在可动隔离膜5和发热阻件2之间的发泡区的气泡长大时, 液体向上游和喷嘴附近的这种流动被变形的可动隔离膜5和液体通道壁3a阻止或抑制, 从而抑制了液体向上游方向的移动。所以能够减小在气泡收缩过程中弯液面的后退量。

另外, 在图13A-13E所示的例子(后面描述)中也可以应用上述安排设置。

下面参照图9A-9C至图12A-12C说明制造本实施例的喷液头的方法。

首先参照图9A-9B介绍顶板的制造方法。

如图9A所示, 首先, 利用 μ W-CVD方法在元件衬底16(随后完整介绍)上形成约 $5\mu\text{m}$ 厚的SiN膜17(形成构成第二液体通道的液体通道壁4a)。并利用如光蚀法的已知技术形成第二液体通道和第二公共液腔(未显示)。

此后, 在元件衬底16上形成约 $1\mu\text{m}$ 厚的热 SiO_2 氧化物膜13。

另一方面, 在元件衬底的背面, 利用如光蚀法的已知技术形成多个供应口部分的图案, 所述供应口部分用于向第二公共液腔提供发泡液并使发泡液从第二液体通道流出。并通过采用绝缘的耦合等离子体蚀刻设备在元件衬底的背面形成(通过蚀刻)直径约 $50\mu\text{m}$ 的圆柱形通孔。同第一实施例一

样,在第二实施例中也希望预先从形成通孔的表面除去热积聚层103(随后介绍)。

如图9C所示,利用置于中间的可动隔离膜(随后介绍)将整体式孔型顶板6连接到衬底上。同第一实施例中一样,通过图3A-3C所示的工艺制造整体式孔型顶板6,部分第一液体通道壁和第一公共液腔座由SiN膜形成。而且,同第一实施例中一样,衬底和顶板和可动隔离膜之间的连接可以通过室温连接实现。

此后,同第一实施例一样,通过加工孔部分(图5A-5C)完成喷液头的制作。

按照本实施例的制作方法,如图4C所示,由于与连接件一起制作可动隔离膜,与第一实施例一样,不需要将可动膜作为一个单独的零件处理。现在参照图10A-10D全面地说明具有连接件(在本实施例中是一个特征)的隔离膜的制作方法。

首先,如图10A所示,利用uW-CVD法在硅片17上形成约3 μ m厚的SiN膜(形成连接件130a,其构成整体式孔型顶板6的连接部分)。并利用如光蚀法的已知技术进行蚀刻,只保留所需要的部分。

然后,如图10B所示,通过气相沉积聚合法形成约5 μ m厚的聚对二甲苯膜,作为可动隔离膜5。U.S.专利No.3,379,803和日本专利公报No.44-21353和52-37479公开了本发明所采用的基本结构、制造方法和聚对二甲苯的聚合。

然后,如图10C所示,利用uW-CVD法形成约2 μ m厚的SiN膜(形成连接件130b,其构成喷液头衬底1的连接部分)。并利用如光蚀法这样的已知技术进行蚀刻,只保留所需要的部分。

最后,如图10D所示,利用化学机械抛光(CMP)或TMAH的蚀刻方法除去硅衬底17。另一方面,可通过将衬底暴置在XeF₂气中除去硅片。

图12A是由上述工艺制成的具有整体形成的连接件的隔离膜的立体图。图12B是从下面看的隔离膜的视图,隔离膜具有图10D或11E的整体形成的连接件。在本实施例中,通过在可动膜上设置连接件,在制作过程中,当处理可动膜时,可确保足够的强度或刚性,从而在组装过程中避免可动膜的损坏并可以容易和正确地定位。进一步,由于可动膜的固定端部分(在可动膜变形期间)能够可靠地用作固定端而不与顶板和衬底连接,并且可以高精度地制作固定端部分,因此能够避免依赖使用条件的散射和

偏移,从而提供了一种喷液头,其具有稳定的喷液性能和高品质的图像,并易于高密度地设置喷嘴。

在例举的实施例中,由于设置了上、下连接件作为框架,提高了制作中的操作性,并且,由于用连接件(如图12A所示,连接件具有闭合的开口)覆盖了可动膜的可变形部分,从而清楚地限定了可动膜的固定端,可动膜被明确地分为可动部分和固定部分,从而获得极好的效果。

进一步,在例举的实施例中,由于硅片用作制造连接件和可动隔离膜的材料,这些部件可在高温条件下制造,并且,由于使用了成膜技术,可在清洁环境中高精度地制造这些部件而不产生孔隙。进一步,如图12B所示,在硅片上可形成多个具有图12A所示的与其整体形成的连接件的隔离膜,以一次获得多个可动膜。在这种情况下,尽管必须根据喷液头切割成品,但能够高精度地一次制造大量的具有可动部分和固定部分的可动膜。

此外,替代图10A-10D所示的工艺,如图11C所示,当可动隔离膜5的两端形成后,形成构成喷液头衬底1的连接部分的连接件130b的SiN膜。按照该方法(与图10A和10B对应的工艺如图11A和11B所示,与图10C和10D对应的工艺如图11D和11E所示),由于能够连接用相同材料制造的连接件130a和130b,连接件能从两侧可靠地夹持可动隔离膜,并且,当在硅片上共同形成多个具有连接件的可动膜并根据喷液头切割成品时,由于切割的是连接在一起的连接件而不是隔离膜本身,可以高速精确地实现切割工艺,减少切割设备的影响,并减少散射。

下面将参照图13A-13E至14A-14D说明本实施例的喷液头的喷液操作。

图13A-13E是说明第二实施例的喷液头的喷液操作的示意图。在图13A-13E中,与图7所示的第二实施例一样,用于发泡液的第二液体通道504设置在衬底510上,衬底510上的一个发热元件502(在该实施例中,发热电阻体的尺寸为 $40\mu\text{m}\times 105\mu\text{m}$)产生用于在液体中生成泡的热能,第一液体通道503直接与喷射口501相通。并且,由无机材料薄膜形成的、弹性的可动隔离膜505设置在第一液体通道503和第二液体通道504之间,使得第一液体通道503中的喷射液和第二液体通道504中的发泡液隔离。

作为本实施例的特点,在可动隔离膜505面对第一液体通道503的一侧,与第一液体通道的液体通道壁相连的连接件531限制了可动隔离膜505的变形。通过采用上述提及的方法,连接件能与可动隔离膜整体形成。在

这种情况下，在形成图10A - 10D所说明的可动隔离膜和连接件的工艺中，当可动隔离膜首先在Si片上形成后，可形成连接件。即使在可动膜先形成后再形成连接件（可动膜变形调整件）时，也能获得与第二实施例的制造方法中相同的隔膜处理性能。此外，作为以倒锥方式制造连接件的方法，形成具有与可动膜相同尺寸的金属膜作为阻蚀层，并可通过采用干蚀工艺的过蚀法形成连接件。

在图13A中，没有向发热元件502施加诸如电能的能量，使热量从发热元件502产生。并且，可动隔离膜505位于大体上与衬底501平行的第一位置。

重要的一点是，连接件531的开口的中心位于发热元件502的中心的下游侧，从而可动隔离膜505的可变形区的中心位于发热元件502的中心的下游侧。

如图13B所示，当电能施加到发热元件502时，发泡区的部分发泡液被发热元件502产生的热能加热，从而通过薄膜沸腾产生气泡506。由于可动隔离膜505的可变形区的中心位于发热元件502的中心的下游侧，在气泡506压力的作用下，可动隔离膜505在发热元件502的下游侧易于变形。

当气泡506继续长大时，如图13C所示，依靠长大气泡的压力，可动隔离膜505继续向第一液体通道503移动。随后，生成的泡506在下游侧比在上游侧长得更大，因此可动隔离膜505更远离第一位置。

此后，如图13D所示，当气泡506在气泡压力降低（这是薄膜沸腾现象的特点）的作用下收缩时，在气泡506收缩引起的负压的作用下，已移向第二位置的可动隔离膜505逐渐地返回图13A所示的初始位置（第一位置）。

当气泡506消失时，如图13E所示，可动隔离膜505返回初始位置（第一位置）。进一步，当气泡消失时，为了补偿液体体积的损失，液体从上游侧，即从公共液腔（如箭头VD1，VD2所示）和喷射口501流入。在这种情况下，在气泡生长期间，由于液体向下游侧（向喷射口）流动，液流VD1，VD2变大，从而提高了回填速度并能抑制弯液面后退量。

在本实施例中，在连接件531的开口处，如图13A - 13E所示，连接件有倒角，用来防止可动隔离膜505在连接件的边缘应力集中，从而减缓强度降低并提高寿命。

现在介绍第二实施例的喷液头结构。

图14A - 14D是显示发热元件502和第二液体通道504和连接件531之间

的位置关系的视图，其中，图14A是显示发热元件502和第二液体通道504之间的位置关系的视图，图14B是显示俯视的连接件531的视图，图14C是显示发热元件502和第二液体通道504和连接件531之间位置关系的视图，图14D是由不同的阴影区表示的可动隔离膜505的向上可变形区和向下可变形区的视图，在这些图中，喷射口位于左侧。

如图14D所示，在本实施例中，第二液体通道504壁围绕的部分对应于可动隔离膜505的向下可变形区，连接件531开口内的部分对应于可动隔离膜505的向上可变形区，并且可动隔离膜505的可变形区的中心位于发热元件502的中心的下游侧。

在该可替换的实施例中，通过设置单一的连接件，在向上变形和向下变形过程中，可变形区是不同的；然而，与第二实施例中一样，当设置上、下连接件时，通过使上、下连接件的开口不同（更具体地，下连接件面对第二液体通道的开口比上连接件面对第一液体通道的开口大），可变形区是可不同的。

此外，如图14B所示，在连接件531的开口中，通过在四个角设置“R”（圆弧），能防止可动隔离膜505断裂并提高可动膜的寿命。

如上所述，按照列举的实施例的设置，由于气泡生长引起的增力使可动隔离膜变形，通过使可动隔离膜的可变形区的中心位于发热元件的中心的下游侧，可动隔离膜向下游侧移动，因此，利用高压可有效地喷射微热液体或高粘度液体。进一步，由于第一液体通道中的液体的传递作用，喷液量能够增加。

（第三实施例）

图15是本发明第三实施例的喷液头沿液体通道方向的截面图，图16是图15中的喷液头沿垂直于多个液体通道方向的截面图。

本实施例的喷液头与第二实施例的喷液头的不同之处在于，由与连接件130相同的材料制成的可动件131设置在隔离膜5上。进一步，在本实施例中，与在第二实施例中一样，用于构成第一液体通道的液体通道壁3a（第一液体通道的侧壁）向上延伸到在发热电阻体2后端的上游侧的第一公共液腔143，在这里没有顶壁。

根据这种设置，与在第二实施例中一样，当气泡在可动隔离膜5和发热阻件2之间的发泡区生长时，可动隔离膜5（和可动件131）和液体通道壁3a

(由于可动隔离膜5的变形和可动件131)阻止或抑制了向上游侧和喷嘴附近的液流,从而抑制了液体向上游方向的移动。因此,能够减小在气泡收缩过程中弯液面的后退量。从而,当气泡消失时,弯液面的后退量减小了。进一步,由于可动隔离膜本身的性质,变形中途停止,结果是,在气泡生长期间,能够有效地抑制液体向上游和喷嘴附近的移动。

关于按照本实施例的制造方法,在可动隔离膜的制造过程中,除了连接件与可动件是相互整体形成外,可以以与第二实施例相同的方式制造隔离膜。现在参照图17A-17D简要说明可动隔离膜的制造工艺。

首先,如图17A所示,利用 μ W-CVD方法在硅片17上形成约 $3\mu\text{m}$ 厚的SiN膜(限定了构成整体式孔型顶板6的连接部分的连接件130a和可动件131)。并利用如光蚀法的已知技术进行蚀刻,只留下所需要的部分。

接下来的工艺与第二实施例中一样,如图17B所示,形成作为可动隔离膜5的聚对二甲苯膜,然后,如图17C所示,形成限定连接件130b的SiN膜,连接件130b构成喷液头衬底1的连接部分。并利用如光蚀法的已知技术进行蚀刻,只留下所需要的部分,此后,如图17D所示,除去硅衬底17。

另外,图18A和18B是具有与其整体形成的可动件的隔离膜(可动件整体型隔离膜)的立体图,其中图18A是俯视的可动件整体型隔离膜的视图,图18B是仰视的可动件整体型隔离膜的视图。并且在本实施例的制造方法中,能获得与第二实施例相同的功能。相应地,可在硅片上形成多个隔离膜,以一次获得多个隔离膜。

接下来,参照图19A-19C说明本实施例的喷液头的喷液操作。图19A显示了无泡状态,图19B显示了发泡(喷射)状态,图19C显示了气泡消失状态。在这些图中,省略了连接件。

如图19A所示,在例举的实施例中,用于发泡液的第二液体通道604设置在衬底610的上方,衬底610上的发热元件602(在本实施例中,发热电阻体的尺寸为 $40\mu\text{m}\times 105\mu\text{m}$)产生用于液体发泡的热能,与喷射口601直接相连通的第一液体通道603设置在第二液体通道的上方。并且,弹性的、由无机材料薄膜形成的可动隔离膜605设置在第一液体通道603和第二液体通道604之间,通过可动隔离膜605使第一液体通道603中的喷射液和第二液体通道604中的发泡液隔开。此外,面对发热元件602设置可动隔离膜605,并使其与发泡区607(在这里利用发热元件602的热能产生气泡)的至少一部

分相对。进一步，在可动隔离膜605面对第一液体通道603的一侧，邻近可动隔离膜605设置可动件631，可动件631具有设置在发泡区607上方的自由端631a和在自由端631a的上游侧的支点631b。

另外，关于可动件631的自由端631a，即使自由端没有面对发泡区607设置，只要自由端设置在支点631b的下游侧，使可动隔离膜605的变形指向喷射口601（在可动隔离膜605中间的自由端最好与发热元件602的至少一部分相对），就能有效地控制可动隔离膜605的移动。特别地，当面对可动隔离膜605设置可动件631使自由端631a位于发热元件602或发泡区607的下游侧时，由于可动件631能集中倾向于在垂直于发热元件602方向膨胀、指向喷射口601的分力，喷射效率显著增加。进一步，即使自由端631a位于发泡区607的下游侧，通过自由端631a的进一步移动使可动隔离膜605进一步移向喷射口601，喷液效率提高了。

当发热元件602发出热量时，在发热元件602上方的发泡区607中产生气泡606，使可动隔离膜605向第一液体通道603移动。然而，可动隔离膜605的位移受可动件631控制。在可动件631中，由于自由端631a设置在发泡区607的上方且支点位于自由端的上游侧，可动隔离膜605更多地移向下游侧而不是上游侧（图19B）。

这就是说，通过方向控制装置，能稳定地获得所希望的变形和位移，方向控制装置用于控制可动隔离膜605的位移方向。

这样，随着气泡606的生长，可动隔离膜605的下游部分大大地移动，结果是将气泡606的生长主要导向喷射口601，从而有效地从喷射口601喷出第一液体通道603中的喷射液。

此后，当气泡606收缩时，可动隔离膜605返回初始无变形位置。在这种情况下，由于收缩的气泡的压力，可动隔离膜605将从无变形位置移向第二液体通道604。然而在本实施例中，由于可动隔离膜605与可动件631整体形成，从而能够抑制可动隔离膜605向第二液体通道604的位移（图19C）。

这样，通过抑制第一液体通道603中的压力下降来抑制弯液面的后退量，从而提高了再填充性能。

进一步，可动件631抑制了液体向上游侧的移动，从而提高了再填充性能并降低了相互干扰。

如上所述，按照例举的实施例，单独地提供喷射液和发泡液，只有喷

射液能被喷出。这样,即使是通过加热不能充分发泡而导致不良喷液的高粘度液体,如聚乙烯乙二醇,通过向第一液体通道603提供这种液体并向第二液体通道604提供容易发泡的液体(约1-2cp的混合液,乙醇:水=4:6)作为发泡液,也能获得良好的喷液。

进一步,选择在热能的作用下不在发热元件上产生橡胶沉积的液体作为发泡液,可以实现稳定地发泡和良好地喷液。

在本发明的喷液头中,由于能够获得上述实施例所描述的效果,因此能够以高喷射效率和高喷射力喷出液体,如高粘度液体。

进一步,即使使用了不耐热的液体,只要将这种液体作为喷射液供应给第一液体通道603,而将耐热损坏的易于发泡的液体供应给第二液体通道604,使不耐热的液体不受到热损坏,也能够以较高喷射效率和较高喷射力喷出液体。

在例举的实施例中,可动隔离膜605与可动件631是整体形成的,按照这种设置,能够以比传统的喷液设备更高的喷射力和喷射效率高速地喷出液体。可以使用具有上述性质的发泡液;更具体地,发泡液可以是甲醇,乙醇, n-丙醇, 异丙醇, n-xane, n-庚烷, n-辛烷, 甲苯, 二甲苯, 亚甲基二氯化物, 三氯乙烯, fleone TF, fleone BF, 乙基乙醚, 二氧己烷, 环己烷, 甲基乙酸酯, 乙基乙酸酯, 丙酮, 丁酮, 水和它们的混合物。

作为喷射液,可以使用各种液体,无论具有或不具有发泡性质和热性能。进一步,即使是具有不良发泡性能的液体、热降解和损坏液体或习惯上难于喷射的高粘度液体,也可以被使用。

然而,作为喷射液的性质,液体本身及其与发泡液的反应不阻碍喷液、发泡及可动隔离膜和可动件的操作,希望选择这种液体。

作为记录喷射液,可以使用高粘度墨。

作为其它的喷射液,可以使用不耐热的液体,如药液或香水。

为实现记录,使用具有下列组分的发泡液和喷射液。结果是,能够有效地喷射粘度为150cp的高粘度的液体及粘度为数10以上cp的难于喷射的液体,从而获得高质量的图像。

发泡液1的成分

乙醇	40wt%
水	60wt%

发泡液2的成分

水	100wt%
---	--------

发泡液3的成分

异丙基醇	10wt%
------	-------

水	90wt%
---	-------

喷射液（色墨）的成分（粘度：约15cps）

碳黑	5wt%
----	------

苯乙烯-丙烯酸-乙基丙烯酸共聚物

（氧化值140，平均分子重量8000）	1wt%
---------------------	------

单乙醇胺	0.25wt%
------	---------

甘油	69wt%
----	-------

硫代digsocol	5wt%
------------	------

乙醇	3wt%
----	------

水	16.75wt%
---	----------

喷射液2的成分（粘度：55cps）

聚乙烯乙二醇 200	100wt%
------------	--------

喷射液3的成分（粘度：150cps）

聚乙烯乙二醇 600	100wt%
------------	--------

另外，假如液体是传统上认为难于喷射的液体，由于喷射速度低，引起喷射方向的散射，使附着在记录纸张上的液滴的喷射精度变差，不稳定的喷射产生喷液量的分散，结果是，难以得到高品质的图像。然而，按照例举的实施例的设置，通过使用发泡液能够充足地、稳定地生成泡。这样，能提高液滴的喷射精度并使喷墨量稳定化，从而显著地提高记录图像的质量。

（第四实施例）

在第二和第三实施例的制造方法中，当在硅片上形成可动隔离膜时，首先形成可动隔离膜的连接件，然后形成可动隔离膜。然而，作为框架的连接件设置在隔离膜的一个表面上而不是两个表面上，可动隔离膜首先形成在硅片上。即使当先形成可动隔离膜然后再形成连接件（如果必要，形成悬臂可动件）时，也能获得与第二和第三实施例一样的隔离膜的优良处理性能。

进一步，通过利用上述的制造方法，在顶板和可动隔离膜是整体形成

的情况下可进行处理。这样，作为本发明的第四实施例，将参照图20A1 - 20D2说明制造方法，其中，在顶板和可动隔离膜整体形成的情况下进行处理。图20A1 - 20D2是按从图20A1到20D2的顺序说明喷液头的制造过程的示意图，在喷液头中顶板和隔离膜是整体制造的，其中，图20A1，20B1，20C1和20D1是立体图，图20A2，20B2，20C2和20D2是沿垂直于多个液体通道方向的截面图。

首先，如图20A1和20A2所示，在硅片17上形成聚对二甲苯膜，作为可动隔离膜5。

然后，如图20B1和20B2所示，例如通过 μ W - CVD方法，用SiN膜形成构成孔的壁14、第一液体通道和一公共液腔。并利用如光蚀法的已知技术进行蚀刻，只保留所需要的部分。

然后，如图20C1和20C2所示，具有通孔的平板16连接到构成液体通道和公共液腔的壁14上，通孔作为公共液腔的供液口预先通过蚀刻形成，从而形成与可动隔离膜整体的顶板。

此后，除去硅片17，将该组件连接到喷液头衬底1（例如，由图9A和9B所示的第二实施例中的制造方法制造的）上，衬底1具有第二液体通道的液体通道壁（希望由SiN形成）和发热电阻件2，从而使顶板和喷液头衬底连接在一起，如图20D1和20D2所示。在这种情况下，可动隔离膜和液体通道壁4a构成第二液体通道。

此后，用图5A - 5C所示的第一实施例中的激光加工方法，在孔部分中设置喷射口，就完成了具有可动隔离膜的喷液头的制造。

按照例举的实施例的喷液头制造方法，由于液体通道和可动隔离膜能整体形成，因此隔离膜相对于液体通道没有位置偏差，这样，就提供了高可靠性的、没有喷液散射的喷液头。

（其它实施例）

如上所述，根据主要的实施例已经说明了本发明，下面将说明其它实施例和能应用到本发明实施例的替换方案。此外，在下面的说明中，除非特别的限制，否则示例均可应用于上述实施例。

<元件衬底的结构>

首先将说明形成上述实施例的喷液头的一部分的元件衬底。图21是显示与喷液头衬底1的发热元件（发泡区）相对应的部分的截面图。在图21

中, 标记号101表示硅衬底, 102表示作为蓄热层的热氧化膜。标记号103表示作为层间膜的、也用作蓄热层的 SiO_2 或 Si_3N_4 膜; 104表示电阻层; 106表示作为保护层的 SiO_2 或 Si_3N_4 膜; 105表示由铝或铝合金, 如Al-Si或Al-Cu制成的导线。标记号107表示使保护层106免于由电阻层104的热能引起的化学和物理冲击的防穴蚀膜; 108表示电阻层104的热作用部分, 在这里没有电极线105形成。

利用半导体技术在硅衬底上形成这些驱动件, 热作用部分也形成在相同的衬底上。

图22是显示主要元件的纵截面简图。

利用一般的MOS工艺, P-MOS 450在Si衬底401上的N型阱区域中形成, N-MOS 451在Si衬底401上的P型阱区域中形成, Si衬底401通过例如离子注入的杂质引入和扩散由P型导体制成。P-MOS450和N-MOS451通过栅布线415由聚Si构成, 利用CVD方法, 通过约数百埃厚的栅绝缘膜408、源区405和漏区406 (N型或P型杂质引入这些区) 聚Si沉积到4000 ~ 5000Å的厚度, C-MOS逻辑线路由O-MOS和N-MOS构成。

进一步, 通过杂质引入和扩散工艺, 驱动N-MOS晶体管的元件由P型阱衬底中的漏区411和源区412构成。

此外, 在例举的实施例中, 已经说明了使用N-MOS晶体管的例子, 只要晶体管具有独立地驱动多个发热元件的性能和获得上述精细结构的功能, 晶体管不限于是N-MOS晶体管。

进一步, 利用场氧化法在元件之间形成约5000 ~ 10000Å厚的氧化膜隔离区405, 以使元件相互隔离。在热作用部分108下方的场氧化膜用作第一蓄热层。

当元件形成后, 通过利用CVD方法沉积PSG膜和BPSG膜, 形成约7000Å厚的层间绝缘膜, 且当由热处理整平后, 利用作为第一导线层的铝电极417通过一接触孔进行布线。此后, 利用等离子体CVD方法形成10000 ~ 15000Å厚的层间绝缘膜418, 如 SiO_2 膜, 进一步, 利用DC喷溅技术, 穿过通孔, 形成约100Å厚的 $\text{TaN}_{0.85}\text{hex}$ 抗蚀层104。此后, 形成用于连接各种元件的用作第二导线层的铝电极。

利用等离子体CVD方法形成约10000Å厚的用作保护层106的 Si_3N_4 膜。作为最上面的一层, 形成约2500Å厚的Ta制成的抗穴蚀膜107。

<用于提高喷液效率的喷液头的基本喷液原理>

接下来,在具有本发明的可动隔离膜的喷液头中,将参照两个例子说明进一步提高喷液效率的基本喷液原理。

图23A-23E到25A-25C是说明上述喷液头的喷液方法的例子的视图。喷射口设置在第一液体通道的端部,随着产生的泡的生长而变形的可动隔离膜的变形区设置在喷射口的上游侧(相对于第一液体通道中液流方向)。进一步,第二液体通道包含发泡液或填充有发泡液(较好地,能装入发泡液,更好地,能使发泡液移动),并且每个第二液体通道都具有发泡区。

在本例中,相对于喷射液的流动方向,发泡区也设置在相应的喷射口的上游侧。另外,隔离膜具有可变形区和固定部分,可变形区的长度比每个电热转换元件长,固定部分在电热转换元件的上游端和第一液体通道的公共液腔之间(最好在上游端)。相应地,从图23A-23E到25A-25C能得出隔离膜的基本可动范围。

在这些图中显示的可动隔离膜的状态取决于隔离膜本身的弹性和厚度或其它附加结构。

[第一喷液原理]

图23A-23E是解释本发明的喷液头的第一喷液方法的截面图(沿液体通道方向)。

在本例中,如图23A-23E所示,直接与喷射口711相通的第一液体通道703装有第一公共液腔743提供的第一液体,具有发泡区707的第二液体通道704装有发泡液,发热元件702向该液体提供热能产生气泡。此外,将第一液体通道703和第二液体通道704相互隔开的可动隔离膜705设置在第一液体通道703和第二液体通道704之间。进一步,可动隔离膜705和孔板709相互紧密连接,以防止第一和第二液体通道中的液体混合。

通常,当可动隔离膜705在发泡区所生成的泡的作用下位移时,隔离膜没有方向,或者,倒不如说有些倾向于向使位移有大的自由度的公共液腔前进。

在本例中,考虑到可动隔离膜705的移动,一个调整隔离膜的位移方向的装置直接或间接作用在可动隔离膜705上,使由气泡引起的可动隔离膜705的位移(移动,膨胀或延伸)指向喷射口。

在图23A所示的初始状态,毛细管力将第一液体通道703中的液体拉向喷射口711附近。此外,在本例中,相对于第一液体通道703中的液流方向,喷

射口711设置在发热元件702投影在第一液体通道703的投影区的下游侧。

在该状态，当向发热元件702（在本例中，发热电阻体的尺寸为 $40\mu\text{m} \times 105\mu\text{m}$ ）施加热能时，发热元件702被迅速加热，结果是，发泡区707中的第二液体被加热并产生气泡706（图23B）。通过U.S.专利№4, 723, 129公开的薄膜沸腾现象产生气泡706，该气泡706在发热元件702的整个表面产生很高的压力。这种情况下产生的压力通过第二液体通道704中的第二液体象压力波一样传递，然后作用在可动隔离膜705上，结果是，可动隔离膜移动，开始喷射第一液体通道703中的液体。

当在发热元件702的整个表面上产生的气泡706迅速生长时，气泡变成薄膜形(图23C)。在气泡产生初期的高压作用下，气泡706的膨胀使可动隔离膜705继续移动，从而加速了第一液体通道703中的液体从喷射口711喷出。

此后，当气泡706继续长大时，可动隔离膜705的位移变大（图23D）。顺便说一下，在图23D所示状态下，可动隔离膜705以这样一种方式继续膨胀，即可动隔离膜705的上游侧705A的位移（相对于与发热区702相对的中心部分705C）变得基本上等于下游侧705B的位移。

此后，当气泡706继续长大时，继续移动的气泡706和可动隔离膜705移向喷射口（下游侧705B的位移变得比上游侧705A的位移大），结果是，第一液体通道703中的第一液体直接移向喷射口711（图23E）。

这样，由于可动隔离膜705具有使其本身移向喷射口从而使液体直接移向喷射口的过程，进一步提高了喷液效率。此外，因液体向上游侧的移动量相对减少，所以，提高了液体再充入喷嘴（特别地，充入可动隔离膜705的变形区）（从上游侧补充）的性能。

进一步，如图23D和23F所示，当可动隔离膜705本身按照从图23D所示的状态到图23E所示的状态向喷射口移动时，能进一步提高喷液性能和再填充性能，发热元件702投影在第一液体通道703上的投影区中的第一液体能够移向喷射口，从而增加喷液量。

[第二喷液原理]

图24A - 24E是解释本发明喷液头的第二喷液方法的截面图（沿液体通道方向）。由于本例与第一喷液原理也基本相同，因此使用相同的标记号进行解释说明。

在图24A所示的初始状态，与图23A相同，毛细管力将第一液体通道

703中的液体拉向喷射口711附近。此外，在本例中，喷射口711设置在发热元件702投影在第一液体通道703的投影区的下游侧。

在该状态，当向发热元件702施加热能时，发热元件702被迅速加热，结果是，发泡区707中的第二液体被加热并产生气泡706（图24B）。这种情况下产生的压力通过第二液体通道704中的第二液体象压力波一样传递，然后作用在可动隔离膜705上，结果是，可动隔离膜705移动，开始喷射第一液体通道703中的液体。

当在发热元件702的整个表面上产生的气泡706迅速生长时，气泡变成薄膜形（图24C）。在气泡产生初期的高压作用下，气泡706的膨胀使可动隔离膜705继续移动，从而加速了第一液体通道703中的液体从喷射口711喷出。在这种情况下，如图24C所示，在紧接初始状态之后，在可动隔离膜705中，隔离膜可变形区下游侧715B的位移比上游侧715A大。相应地，第一液体通道703中的第一液体高效率地从初始状态移向喷射口711。

此后，当气泡706继续长大时，由于加速了图23C所示状态的可动隔离膜705的位移和气泡的生长，可动隔离膜705的位移变大(图24D)。特别地，由于可变形区的下游侧715B大幅度地移向喷射口而不是上游侧715A和中心部分715C，使得第一液体通道703中的第一液体直接向喷射口加速，并且，由于在整个过程中上游侧715A的位移小，只有少量的液体移向上游侧。

因此，提高了喷液效率（特别是喷液速度），使喷嘴中的液体再填充和喷射液滴的体积稳定。

此后，当气泡706继续长大时，可动隔离膜705的下游侧715B和中心部分715C继续向喷射口移动和膨胀，从而获得上述的效果（即，提高喷液效率和喷液速度）（图24E）。特别地，在这种可动隔离膜705的构成中，由于不仅仅截面图形的位移而且液体通道宽度方向的位移和膨胀也变大了，使第一液体通道703中的液体向喷射口移动的作用区变大，从而相应地提高了喷液效率。特别地，由于此时可动隔离膜705的变形结构象人的鼻子，因此叫作“鼻子结构”，此外，如图24E所示，这种鼻子结构包括一“S”形结构，其中点B在初始状态的上游侧，点A在初始状态的下游侧，或者如图24E所示，包括另一种结构，其中点A和点B位于相似的位置。

[可动隔离膜位移的例子]

图25A - 25C是说明在本发明喷液头的喷液操作过程中可动隔离膜的位

移步骤的截面图（沿液体通道方向）。

在本例中，由于是针对可动隔离膜位移的变化范围进行说明的，图中省略了气泡、第一液体通道和喷射口；然而，在这些图中，是作为一个基本结构从图中省略掉的；但是，在这些图中，作为一个基本设置，第二液体通道704中的发热元件702的投影区是发泡区707，第二液体通道704和第一液体通道703基本上总是由可动隔离膜705隔开（即，从初始状态开始的位移过程中）。进一步，喷射口设置在发热元件702的下游端（线H所示）的下游侧，供应第一液体的供液口设置在上游侧。此外，在这里，术语“上游侧”和“下游侧”是在液体通道中的液流方向上相对于可动隔离膜705的可动范围的中心部分而言的。

在图25A所示的例子中，从初始状态开始，可动隔离膜705按顺序（（1）→（2）→（3））逐渐地移动，使得从初始状态开始的下游侧的移动比上游侧大，特别是，这提供了一个功能，用于提高喷液效率和通过下游侧位移使第一液体通道703中的第一液体向喷射口移动，从而提高喷液速度。此外，在图25A中，可动范围基本恒定。

在图25B所示的例子中，由于可动隔离膜705按顺序（（1）→（2）→（3））逐渐地移动，可动隔离膜705的可动范围变宽了。在本例中，可动范围的上游端是固定的。由于可动隔离膜705下游侧的移动比上游侧大且气泡本身能向喷射口方向长大，因此能够进一步提高喷液效率。

在图25C所示的例子中，在可动隔离膜705从初始状态（1）向状态（2）移动过程中，下游侧和上游侧移动相同的程度或者上游侧的移动比下游侧大；然而，由于气泡从状态（3）向状态（4）继续长大，可动隔离膜下游侧的移动比上游侧大。因此，可变形区上方的第一液体也能移向喷射口，从而，提高喷液效率和增加喷液量。

进一步，如图25C所示的状态（4），可动隔离膜705上的点U移动得比点D更靠近喷射口，在初始状态点D位于点U的下游侧，因此通过向喷射口突出的部分的作用，进一步提高了喷液效率。另外，这个结构就叫作前述的鼻子结构。

尽管本发明包括具有上述步骤或过程的喷液方法，图25A - 25C所示的该方法不必独立处理，但本发明也包括相应的步骤。进一步，包括图25C所示鼻子结构的步骤可应用于图25A和25B所示的方法。例举的可动隔离膜的

厚度不限制实际厚度。

<可动隔离膜的方向调节装置>

下面将利用例1 - 6说明使气泡导致的可动隔离膜的移动指向喷射口以实现上述喷液原理的调节装置。

[例1]

图26A - 26C显示了具有上述调节装置的本发明喷液头的第一例，其中，图26A是显示无泡状态的截面图（沿液体通道方向），图26B是显示发泡状态的截面图(沿液体通道方向)，图26C是显示第二液体通道结构的图。

如图26A - 26C所示，在第一例中，用于发泡液的第二液体通道804设置在衬底810上，在衬底810上的发热元件802产生用于在液体中生成泡的热能，与喷射口801直接相连的第一液体通道803设置在第二液体通道的上方。并且，弹性的、由无机材料薄膜形成的可动隔离膜805设置在第一液体通道803和第二液体通道804之间，因此通过可动隔离膜805使第一液体通道803中的喷射液和第二液体通道804中的发泡液隔开。

通过加热发热元件802，热能作用在发泡区807中的发泡液上，所述发泡区在可动隔离膜805和发热元件802之间，结果是，通过薄膜沸腾现象发泡液中产生泡。气泡的压力优先作用在可动隔离膜805上，因此，如图26B所示，可动隔离膜805向喷射口801移动并膨胀。所以发泡区807中的产生的泡的压力指向喷射口801。

在本例中，第二液体通道804向直接位于发热元件802上方的发泡区807的下游方向延伸，使得发热元件802下游的流动阻力变小，结果是，发热元件802的热能产生的气泡的压力易于指向下游方向。按照这种设置，可动隔离膜805也向下游方向移动，从而获得高的喷液效率和喷射力。

进一步，通过调节第二液体通道中气泡的生长，由于调节直接作用在气泡上，所以一产生气泡就开始了这种作用。并且，当气泡806收缩时，由于气泡收缩（压力减小）使可动隔离膜805迅速地返回初始位置（无变形状态），可以控制压力的作用方向，提高喷射液再填充到第一液体通道803的速度，从而即使以高速记录时，也获得稳定的喷液。

[例2]

图27A和27B显示了具有上述调节装置的本发明喷液头的第二例，其中，图27A是显示无泡状态的截面图，图27B是显示发泡状态的截面图。

如图27A和27B所示,在本例中,比发热元件802更靠近喷射口的第二液体通道814的壁锥形地向喷射口会聚。按照这种设置,在发泡区807及其周围的向喷射口方向的流动阻力变小,结果是,发热元件802的热能产生的气泡816的压力易于指向喷射口,从而获得高的喷液效率和喷射力。

图28A和28B是显示图27A和27B所示的喷液头的变化形式的截面图(沿液体通道方向),其中,图28A显示了一种第二液体通道壁的一部分是台阶形的变化形式,图28B显示了一种第二液体通道壁的一部分具有一曲率半径的变化形式。

在图28A所示的变化形式中,比发热元件802更靠近喷射口的第二液体通道824台阶形地向喷射口会聚,在图28B所示的变化形式中,比发热元件802更靠近喷射口的第二液体通道834曲线形地(具有一曲率半径)向喷射口会聚。按照这种设置,在两种情况中,在发泡区807及其周围的向喷射口方向的流动阻力变小,结果是,与图27A和27B所示的例子中一样,由发热元件802的热能产生的气泡816的压力易于指向喷射口,从而获得高的喷液效率和喷射力。

[例3]

图29A和29B显示了具有上述调节装置的本发明喷液头的第三例,其中,图29A是显示第二液体通道和发热元件之间位置关系的顶视图,图29B是图29A(图29A中喷射口设置在左侧)的立体图。

在本例的第二液体通道中,如图29A和29B所示,在发热元件842的附近,第二液体通道844的宽度从上游侧到下游侧逐渐变宽。

现在全面说明具有上述结构的喷液头的喷液操作。

图30A-30E是以时间推移方式说明图29A和29B所示的喷液头的喷液操作的图,其中图30A-30E中的(A)(左图)是沿图29A中线A-A截取的截面图,图30A-30E中的(B)(中图)是沿图29A中线B-B截取的截面图,图30A-30E中的(C)(右图)是沿图29A中线C-C截取的截面图。

在图30A中,没有向发热元件842施加电能,发热元件842没有产生热能。并且,可动隔离膜845位于基本与衬底820平行的第一位置。

当向发热元件842施加电能时,发泡区847中的一部分发泡液被发热元件842产生的热能加热,从而通过薄膜沸腾发泡(图30B)。

来自发热元件842的热能使产生的气泡846迅速生长。在这种情况下,

由于第二液体通道844具有图29A和29B所示的结构，在通道中部的气泡的中间部分生长得较大，在通道下游侧的气泡的两端部生长得较大，因此，可动隔离膜845相应地移动（图30C）。

当气泡846继续长大时，在下游侧的气泡的中间部分生长得最大，结果是，可动隔离膜845的下游侧大大地移动（图30D）。

此后，当气泡846在气泡内压减小（薄膜沸腾现象的特点）的作用下收缩并消失时，在气泡846收缩引起的负压和可动隔离膜845本身的弹性引起的恢复力的作用下，变形的可动隔离膜845返回它的初始位置（图30E）。

这样，泡846的产生引起的压力倾向于逐渐地指向下游方向（即，指向喷射口）。

因此，在发泡区847及其周围的向喷射口方向的流动阻力变小，结果是，发热元件842的热能产生的气泡846的压力易于指向喷射口，从而获得高的喷液效率和喷射力。进一步，在发热元件842投影部分的第一液体向喷射口移动，从而增加喷液量。

图31A - 31C显示了图29A和29B所示喷液头的变化形式，其中，图31A显示了一种在发热元件附近第二液体通道的宽度从上游侧到下游侧以台阶方式逐渐变宽的变化形式，图31B显示了一种在发热元件附近第二液体通道的宽度从上游侧到下游侧以一曲率半径逐渐变宽的变化形式，图31C显示了一种在发热元件附近第二液体通道的宽度从上游侧到下游侧以相反的曲率逐渐变宽的变化形式。在这些图中，喷射口位于左侧。

在图31A所示的变化形式中，在发热元件842附近，第二液体通道854的宽度从上游侧到下游侧以台阶方式逐渐变宽，在图31B所示的变化形式中，在发热元件842附近第二液体通道864的宽度从上游侧到下游侧以一曲率半径逐渐变宽，在图31C所示的变化形式中，在发热元件842附近，第二液体通道874的宽度从上游侧到下游侧以相反的曲率（相对于图31B）逐渐变宽。这样，在任一种情况下，在发泡区及其周围的向喷射口方向的流动阻力变小，结果是，发热元件的热能产生的气泡的压力易于指向喷射口，从而获得高的喷液效率和喷射力。

[例4]

图32是显示具有上述调节装置的本发明喷液头的第四例的截面图（沿液体通道方向）。

如图32所示, 在本例中, 用于发泡液的第二液体通道904设置在衬底908之上, 衬底908上的发热元件902(在本例中, 发热电阻体的尺寸为 $40\mu\text{m} \times 105\mu\text{m}$)产生用于在液体中发泡的热能, 与喷射口901直接相连的第一液体通道903设置在第二液体通道904上。并且, 弹性的、由无机材料薄膜形成的可动隔离膜905设置在第一液体通道903和第二液体通道904之间, 因此通过可动隔离膜905使第一液体通道903中的喷射液和第二液体通道904中的发泡液隔开。

加热发热元件902, 通过薄膜沸腾现象在发泡液中产生泡。在第二液体通道904中, 当选定在发热元件902的中心下游侧方向的流动阻力 R_1 比在上游侧方向的流动阻力 R_2 大时, 在发热元件902的中心下游侧的气泡压力的下游分量优先作用在可动隔离膜905上; 另一方面, 上游分量不仅作用在可动隔离膜905上, 也作用在上游侧。

这样, 当气泡继续长大时, 可动隔离膜905向喷射口移动得较大。因此, 发泡区907中的气泡压力指向喷射口901。

现在将全面地说明具有上述结构的喷液头的喷液操作。

图33A - 33D是说明图32所示的喷液头操作的示意图。

在图33A中, 没有向发热元件902施加例如电能的能量, 发热元件902没有产生热能。

当向发热元件902施加电能时, 发泡区907中的一部分发泡液被发热元件902产生的热能加热, 从而通过薄膜沸腾现象产生气泡906。当产生气泡906时, 可动隔离膜905在气泡906的压力作用下, 从第一位置向第二位置移动(图33B)。

如上所述, 很重要的一点是, 选定在发热元件902中心下游侧(喷射口侧)的流动阻力比在上游侧的流动阻力大, 使得气泡压力的下游压力分量优先作用在可动隔离膜905上。

当气泡906继续长大时, 上游流动阻力使下游压力分量的水平分量指向上方。因此, 几乎全部的下游压力分量作用都优先作用在可动隔离膜905上, 从而使可动隔离膜905继续向第一液体通道903移动。所以, 可动隔离膜905向喷射口901膨胀得更大(图33C)。

这样, 通过使可动隔离膜905的下游部分与气泡906的生长一致地逐渐向喷射口901移动, 泡906向下游方向生长, 可动隔离膜905向喷射口膨胀得

更大，泡906的压力一致地指向喷射口901。因此，从喷射口901喷出液体的喷液效率提高了。此外，当泡压力指向喷射口901时，可动隔离膜905对此几乎没有影响，结果是，按照传递的压力的数值，能够有效地控制压力传递方向和泡906的生长方向。

此后，当泡906在泡的内压力降低（薄膜沸腾现象的特点）的作用下收缩并消失时，已移向第二位置的可动隔离膜905在泡906收缩引起的负压的作用下经过第一位置向第二液体通道904移动，然后返回图33A（图33D）所示的初始位置（第一位置）。当泡消失时，为了补偿相应于喷射液的体积，液体从公共液腔侧（箭头 V_{D1} ， V_{D2} 所示）和喷射口901侧（箭头 V_c 所示）流入。类似地，在第二液体通道904中，液体从上游侧流入。

现在对上述的喷液头作补充说明。

图34用于说明图32和33A - 33D所示的喷液头的第二液体通道904，显示了俯视的第二液体通道904，可动隔离膜905从图中省略。此外，喷射口位于图34的下侧。

在第二液体通道904中，设置有节流区909a、909b以构成液腔（发泡液），在这些节流区的中间介入发热元件902，用于防止泡压力从第二液体通道904逸散。在第二液体通道904的节流区909a、909b中，下游侧（喷射口侧）的开口部分比上游侧（公共液腔侧）的开口部分窄。通过使下游侧的开口部分较窄，能够使第二液体通道904中的流动阻力在下游侧较大，在上游侧较小，从而使泡压力的下游压力分量优先并有效地作用在可动隔离膜905上，使可动隔离膜向第一液体通道903移动，从而以高喷射力有效地喷出第一液体通道903中的液体。在第二液体通道904中，发泡腔的下游节流区909a用于去除留在发泡腔中的泡。

此外，第二液体通道904的结构不限于上述，可以使用任何能有效地将泡压力传递到可动隔离膜905的结构。

如上所述，按照上述的设置，通过选定第二液体通道中（发热元件中心的）下游侧的流动阻力比上游侧的流动阻力大，由于在泡压力的作用下移动的可动隔离膜向下游方向长大，能以高喷射力有效地喷射不耐热的液体或高粘度液体。

[例5]

图35是显示在发泡状态下具有上述调节装置的本发明喷液头的第五例

的截面图（沿液体通道方向）。

如图35所示，在本例中，用于发泡液的第二液体通道914设置在衬底918之上，衬底918上的发热元件912产生用于液体发泡的热能，与喷射口911直接相连通的第一液体通道913设置在第二液体通道的上方。并且，弹性的、由无机材料薄膜形成的可动隔离膜915设置在第一液体通道913和第二液体通道914之间，因此通过可动隔离膜915使第一液体通道913中的喷射液和第二液体通道914中的发泡液隔开。

此外，本例的最大特点是，在发热元件912的投影区，构成第一液体通道913的顶板919的高度，即第一液体通道913的高度，在下游侧比在上游侧大，喷射口911位于下游侧，公共液腔（未显示）位于上游侧。

在具有上述结构的喷液设备中，加热发热元件912，通过薄膜沸腾现象发泡液中形成泡。当产生泡916时，可动隔离膜915向第一液体通道913移动。然而，由于第一液体通道913在下游侧的高度设计得比在上游侧大，可动隔离膜915向第一液体通道913的移动在下游侧比在上游侧大。因此，发泡区产生的泡916的压力指向喷射口911。

现在将全面地说明具有上述结构的喷液头的喷液操作。

图36A - 36D是说明图35所示喷液头操作的示图。

在图36A中，没有向发热元件912施加例如电能的能量，发热元件912没有产生热能。此外，可动隔离膜915位于与衬底918基本平行的第一位置。

当向发热元件912施加电能时，发泡区917中的一部分发泡液被发热元件912产生的热能加热，从而通过薄膜沸腾现象产生气泡916。因此，可动隔离膜915面对发泡区917的一部分移向第一液体通道913（图36B）。

当泡916继续长大时，根据泡的压力，可动隔离膜915继续向第一液体通道913移动而到达第二位置。在这种情况下，由于第一液体通道913在下游侧的高度设计得比在上游侧大，可动隔离膜915向第一液体通道913的移动在下游侧比在上游侧大（图36C）。因此，进一步提高了喷液效率。

此后，当泡916在泡的内压力降低（薄膜沸腾现象的特点）的作用下收缩并消失时，已移向第二位置的可动隔离膜915在泡916收缩引起的负压的作用下逐渐回到图36A所示的初始位置（第一位置）（图36D）。当泡消失时，为了补偿相应于喷射液的体积，液体从上游侧，即公共液腔侧和喷射口911侧流入。因此，能够抑制由于液体体积减少引起的弯液面的后退，液

体体积的减少与当可动隔离膜915移向第二液体通道914时引起的第一液体通道913侧的位移量相一致，从而减少再填充时间。

[例6]

图37是显示在发泡状态下具有上述调节装置的本发明喷液头的第六例的截面图（沿液体通道方向）。

如图37所示，本例与图35所示例的不同之处在于顶板929的结构，即第一液体通道923的结构与第五例中的不同，其它的设置与第五例中的相同。

如图37所示，在本例中，关于顶板929的高度，它在发热元件912上游侧的一部分比顶板其它部分的高度要低。

当产生泡926时，可动隔离膜915移向第一液体通道923。然而，由于在发热元件912上游侧的顶板部分的高度设计得比顶板其它部分的低，可动隔离膜915向第一液体通道923的移动在下游侧比在上游侧大。因此，发泡区产生的泡926的压力指向喷射口911。进一步，由于第一液体通道923中的流动阻力在上游侧比在下游侧大，从而提高了喷液效率，由于第一液体通道上游侧的供液性能极好，进一步提高了再填充性能。

在上述的例子中，虽然通过采用喷液方向与第一液体通道的液流方向平行的喷液系统说明了本发明，但本发明不限于这种喷液系统，只要喷射口设置在发泡区的下游侧即可，本发明也能用于喷液方向与第一液体通道的液流方向垂直的喷液系统。

图38A和38B是显示本发明应用于一种喷液头的例子的截面图（沿液体通道方向），其中喷射口设置在发泡区的下游侧，使喷液方向垂直于第一液体通道的液流方向。

如图38A和38B所示，在喷射口951沿垂直于第一液体通道953液流方向的方向设置的情况下，只要喷射口951设置在发泡区957的下游侧，利用任一上述例子的结构，都能获得相同的效果。此外，在图38A和38B中，标记号955表示可动隔离膜；954表示第二液体通道；952表示发热元件；956表示发热元件产生的泡。

<隔离膜的膨胀和喷液操作>

提高喷液效率的上述例子利用了隔离膜的膨胀。然而，也可以使用与泡导致的隔离膜位移量相对应的隔离膜预先向第二液体通道变形的的方法。现在通过例子说明具有这种隔离膜的喷液头。

[例1]

图43A和43B是显示这种喷液头的第一例的截面图（沿液体通道方向），其中，图43A显示了无泡状态，图43B显示了发泡状态。

如图43A和43B所示，在本例中，用于发泡液的第二液体通道2304设置在衬底2310上，衬底2310上的发热元件2302产生用于在液体中产生泡的热能，与喷射口2301直接相连通的第一液体通道2303设置在第二液体通道的上方。并且，由变形薄膜形成的可动隔离膜2305设置在第一液体通道2303和第二液体通道2304之间，因此通过可动隔离膜2305使第一液体通道2303中的喷射液和第二液体通道2304中的发泡液隔开。

如图43A所示，在无泡状态，设置在发热元件2302投影区上方的可动隔离膜2305的一部分向第二液体通道2304突出，选定可动隔离膜2305从参考面2305B突出的距离 L 在下游侧比在上游侧在，其中，第一液体通道2303的喷射口2301位于下游侧，公共液腔位于上游侧。另一方面，在如图43B所示的发泡状态，隔离膜的结构是相反的，以允许本发明的位移过程。

那就是说，由于可动隔离膜的结构是预先确定的，因此能够稳定地获得所希望的位移，并且可动隔离膜本身也能用作与弹性隔离膜相关描述的方向调节装置，从而提供一种简单的结构。

此外，选定由可动隔离膜的突出结构部分2305a的移动所产生的最大移动体积（相当于图43A和43B中的突出结构部分的体积总和）大于发泡区2307中形成的泡的最大膨胀体积（如果没有可动隔离膜的话）。

进一步，选择可动隔离膜2305的一个表面（其上没有形成突出结构部分2305a）和发热元件2302的表面之间的距离为 $5 - 20 \mu\text{m}$ ，并且在发热元件2302和突出结构部分2305a之间构成发泡区2307。

现在说明上述喷液头的喷液操作。

当向发热元件2302施加电能时，发泡区2307中的一部分发泡液被发热元件2302产生的热能加热，从而通过薄膜沸腾现象产生气泡2306。当产生气泡2306时，可动隔离膜2305的突出结构部分2305a在气泡2306的压力作用下从图43A所示的第一位置移动到图43B所示的第二位置向第一液体通道2303移动，由于在下游侧的移动量比上游侧大，泡2306的压力传递方向能有效地指向喷射口。

此后，当泡2306在泡的内压力降低（薄膜沸腾现象的特点）的作用下

收缩并消失时，已移向第二位置的可动隔离膜2305的突出结构部分2305a在泡2306收缩引起的负压和可动隔离膜2305本身的弹性引起的恢复力的作用下返回初始位置（第一位置）。

在本例中，由于在突出结构部分2305a的移动的作用下，可动隔离膜2305从第二液体通道侧移向第一液体通道侧，与无泡状态时是平的、发泡时移向第一液体通道的可动隔离膜的情况相比，通过产生气泡获得的能量更有助于可动隔离膜2305的移动，从而有效地喷液。此外，按照本例的这种设置，尽管可动隔离膜本身具有可膨胀性，当可动隔离膜在所产生的气泡的作用下移动时，可动隔离膜膨胀得越小获得的喷液效率越大。

进一步，由于选定可动隔离膜的突出结构部分2305a的最大移动体积大于发泡区2307中的生成泡的最大膨胀体积（如果没有可动隔离膜），泡的生长没有受到阻碍，从而进一步提高了喷液效率。

进一步，在本例中，由于可动隔离膜预先向第二液体通道突出，可动隔离膜在泡压力作用下从第一位置移向第二位置使泡压力的传递方向指向喷射口时产生的移动量变大，从而提高了喷液效率。进一步，关于可动隔离膜的突出结构部分，由于喷射口侧的距离比公共液腔侧的大，泡压力易于向第一液体通道中的喷射口方向传递，从而提高了从喷射口喷出液体的喷液效率。

[例2]

图44A和44B是显示这种喷液头的第二例的截面图（沿液体通道方向），其中，图44A显示了无泡状态，图44B显示了发泡状态（喷射状态）。

与图43A和43B所示的第一例不同，在第二例中，如图44A和44B所示，选择可动隔离膜的突出结构部分的最大移动体积小于发泡区2307中的生成泡2316的最大膨胀体积（如果没有可动隔离膜的话）。

在本例中，选择可动隔离膜2305的突出结构部分2305a的最大移动体积是发泡区2307中所生成泡2316的最大膨胀体积（如果没有可动隔离膜的话）的80%或更少。因此，即使假设在正常的喷液头中发生约10%散射，散射由泡2306的偏移引起，取决于液体的喷射性质，由于在发泡期间，可动隔离膜的突出结构部分的移动量总是变为恒量，与泡膨胀体积中的偏移无关，喷射液的喷液量也基本上变为恒量，从而实现良好的喷液而不发生喷

嘴间的散射。

这样，当散射因素引起的泡的最大膨胀体积不总是恒量或在喷嘴间变化时，本例尤其有效果，散射因素基于制造条件和/或环境条件。

<喷液头盒和喷液记录设备>

下面将参照图39和40说明安装有上述任一实施例的喷液头的喷液头盒和喷液记录设备。

图39是包括上述喷液头的喷液头盒的立体分解简图。喷液头盒主要由喷液头部分和液体容器1140构成。

喷液头部分包括一上述的喷液头1200，一供液件1130和一铝底板（支撑体）1120。支撑体1120用于支撑喷液头1200和类似件，并装有印刷线路板1123和接触垫1124，印刷线路板1123与喷液头1200相连并适于向喷液头提供电信号，接触垫1124根据连接到其上的设备传送和接收电信号。

液体容器1140装有提供给喷液头1200的液体。定位部分1144和固定轴1145设置在液体容器1140上，定位部分1144用于安装连接件以实现喷液头部分和液体容器1140间的连接，固定轴1145用于固定连接件。液体从液体容器1140的供液通道1142，1143，通过连接件的供应通道供应到供液件1130的供液通道1131，1132，然后通过供液件的液体通道1133，1129，1153c供应到喷液头1200的公共液腔。在本例中，虽然液体从液体容器1140供应到供液件1130是通过两条通道实现的，但不必使用两条通道。

此外，当液体用完时，新的液体可以补充到液体容器1140。为了这个目的，希望液体容器1140设置有注液孔。进一步，喷液头部分可与液体容器1140整体形成或可与该液体容器分开。

图40是安装有上述喷液头的喷液设备的简图。在例举的实施例中，将特别说明用墨作为喷射液的喷墨记录设备IJRA。喷液设备的头架HC上安装有喷液头盒，液体容器1140和喷液头部分2000可拆卸地安装在喷液头盒上，并能在记录介质1700的宽度方向（箭头a，b所示）往复移动，记录介质1700由记录介质传送装置传送。此外，液体容器和喷液头部分能相互分离。

在图40中，当从驱动信号供应装置（未显示）向头架HC上的喷液装置提供驱动信号时，根据驱动信号，记录液体从喷液头部分2000向记录介质1700喷出。

进一步,按照例举的实施例的喷液设备还包括用于驱动记录介质传送装置和头架HC的马达(动力源)1610,用于从动力源向头架HC传递动力的齿轮1620,1630和头架轴1640。利用这种记录设备,通过将液体喷射到各种介质上,能够获得良好的图像。

<隔离膜的最佳技术点>

在上述第二至第四实施例中使用的由聚对二甲苯(此后称为“PPX”)制成的隔离膜也可应用于具有隔离膜的除本发明以外的其它喷液头,在此基础上,本发明最终发现了隔离膜所需的最佳条件。

特别地,在研究PPX的性质时发现了下列新的事实(特别是有机隔离膜的降解温度)。

此外,在下面的说明中,当如图21所示设置保护膜106和防穴蚀膜107时,术语“在发热元件的表面上”是指“在防穴蚀膜107的表面上”,当没有设置这些膜时,是指“在发热元件的表面上”。那就是说,该术语表示在发热元件上的一部分(例如,图21中热能作用区108),通过发热元件的热能在这部分产生泡。

<可动隔离膜和发热元件表面的温度间的关系>

当使用平常的色墨时,在形成泡的薄膜沸腾中,开始发泡的温度通常是通过突变的温度增加得到的一个温度(例如,在发热元件的表面上为约300℃或更多,实际为约250℃),发泡期间的最大温度在发热元件的表面上可达到约600℃。这个温度在微秒数量级的时间内发生并不会持续很长时间。当泡消失时,发热元件表面的温度变为约180℃(实际上约200℃)。

当在上述条件下使用隔离膜时,隔离膜部分的性质突然变差,或者隔离膜部分断裂。当调查原因时,发现了隔离膜所需的最佳条件。

那就是说,其中的一个条件是,当利用化学汽相反应或离子聚合反应沉积有机材料形成可动隔离膜时,以这样一种反应形成的可动隔离膜的热降解温度比可动隔离膜的环境温度高。此外,另一个条件是,关于几十微秒到几分钟的短时间,即使可动隔离膜的瞬时温度超过可动隔离膜的熔点(低于热降解温度),也不用考虑这种因素。

这样,影响喷液的可动隔离膜和发热元件表面的温度间的关系可成为如下的关系。下面列出了在这种情况下有效条件。

(1) 单滴喷液操作

首先考虑一个液滴从初始状态（或者长时间（例如，几十毫秒到几秒或更多）的连续喷液操作在一次喷液到下一次喷液之间）喷射的情况。

在这种情况下，在泡从发泡初期开始长大时，由于可动隔离膜通常固定在液体通道壁上，且其一部分借助于液体（发泡液）离开发热元件表面预定的距离，不需要考虑发热元件表面温度对可动隔离膜的直接影响。

然而，在液体从喷射口喷出后，当泡消失时，由于气窝现象，可动隔离膜会紧紧地靠近发热元件的表面或与其接触。在这种情况下，当泡消失后，由于发泡液的再填充，可动隔离膜很快返回初始位置，只考虑可动隔离膜的瞬时耐热性质。

相应地，只要可动隔离膜所用材料的热降解温度比发热元件表面的温度（当泡消失时）高，即使可动隔离膜接触到发热元件表面，可动隔离膜也不会降解。

（2）连续喷液操作

下面考虑液滴以几十微秒到几百微秒的时间间隔连续喷出的情况。

按照这种方式，当两次喷液的时间间隔变短时，只要发泡液进行再填充使得所希望的发泡液按需要存在于发泡区，就必须考虑在开始发泡而不是在泡消失时可动隔离膜粘附到发热元件表面的可能性。

在这种情况下，如果利用发热元件的热能产生小泡，由于泡存在于可动隔离膜和发热元件表面之间，在泡长大过程中，发热元件表面和可动隔离膜不会继续互相靠近。

因此，当开始发泡时，要考虑发热元件的表面温度，并且，如上所述，由于可动隔离膜与发热元件表面接触的时间周期很短，只要可动隔离膜所用材料的热降解温度比发热元件表面的温度（当开始发泡时）高，与泡消失时一样，即使可动隔离膜与发热元件表面接触，可动隔离膜也不会降解。

进一步，在连续喷液操作持续一段时间（例如，几分钟到几十分钟）的情况下，不仅在开始发泡时，而且在发泡过程中，都必须考虑发热元件表面的最高温度。在这种情况下，即使在连续喷液操作过程中喷液头的热量没有充分地散去，可动隔离膜不会热降解这一点是很重要的。

那就是说，由于在发泡期间喷液头的温度没有超过上述的发热元件表面的最高温度，只要可动隔离膜所用材料的热降解温度比发热元件表面的

最高温度高，可动隔离膜将不会热降解。

(3) 异常操作

下面考虑一种异常操作的情况，其中由于发泡液再填充不充分，第二液体通道的发泡区中的发泡液不充足（或缺乏）。

在这样一种情况中，与所讨论的（异常的）喷嘴相关的可动隔离膜粘附到发热元件表面的可能性增加，液体不能从相应的喷嘴喷出。

通常，喷液头或具有喷液头的设备装有利于检测不良喷液的检测部分，根据检测的结果，利用常规的恢复装置使发泡液通道（和喷射液通道，如果必要的话）恢复到正常状态。

当设置这种恢复装置时，可动隔离膜的状态的变化同异常现象出现和恢复操作间的时间周期和发泡区中发泡液的剩余量无关

例如，当在从异常现象出现开始的几十秒到几分钟的时间周期内进行恢复操作时，不必考虑可动隔离膜的熔点，只考虑热降解温度。

进一步，当喷液头或喷液设备处于这样一种状态，即可动隔离膜粘附到发热元件表面而没有进行发泡液的再填充的状态保留很长时间时，或者在连续喷液操作过程中当再填充不充足，使得可动隔离膜频繁地接触发热元件的表面重复了很长时间（例如，几十分钟）时，可动隔离膜的熔点比发热元件表面的温度（当泡消失时）高是非常重要的。

另一方面，当发泡区几乎不存在发泡液的状态持续很长时间（例如，几十分钟）时，可动隔离膜的熔点比发热元件表面的温度（当开始发泡时）高是非常重要的。

<PPX的例子>

本发明人介绍了用于满足上述的可动隔离膜和发热元件表面温度之间关系的材料PPX。

上述U.S.专利№3, 379, 803和日本专利公开№44 - 21353和52 - 37479公开了本发明的PPX的基本结构、制造方法和聚合。更具体地，PPX由图41A - 41F所示的化学式限定（ n ：大于5000的整数），可以单独使用或组合使用。

进一步，这种PPX的共同特点如下所述。

PPX是不包括离子掺杂的聚晶，具有约60%的结晶度和约500000的分子量，并具有极好的防水性和气密性。并且，PPX在低于150℃的温度不溶于

所有的有机溶剂，并抗液体腐蚀，如几乎所有的酸和碱。另外，相对于重复的移动，PPX具有极好的稳定性。更进一步，还能容易并精确地控制薄膜形成的厚度，薄膜能紧紧地贴在物体上，借助于上述物体能够形成即使厚度为0.2 μm 也没有细孔的膜。进一步，由于PPX不改变由加工应力引起的机械应力和由所述物体上的热畸变引起的热应力，PPX膜能稳定并有效地粘附到物体上。

使用图41A、41B或41C所示的材料，利用图4A - 4C所示的第一实施例中的制造方法制造可动隔离膜与其整体形成的喷液头衬底，（然而，可动隔离膜本身的形成是通过蒸汽聚合作用实现的，至于保护层，选择能提供可动隔离膜和元件衬底之间的选择比率的合适的材料（例如，铝），所述选择比率由溶剂的浸蚀速率造成的），在用粘结剂将喷液头衬底连接到图3C所示的整体式孔型顶板后，利用图5A - 5C所示的提供喷液头的方法形成喷射口（在图1和2所示的喷液头结构中，可动隔离膜由PPX制成，而不是SiN）。

各种材料的物理性质、基本性能和沉积性（成膜过程中）见表1：

表1

测试材料	A (图41A的成分)	B (图41B的成分)	C (图41C的成分)
熔点	405℃	280℃	350℃
性能	· 透光 · 极好的渗透进小空间的性能 · 涂敷膜柔软 · 极好的导电性 · 在各种频率区的恒定的绝缘性能	· 透光 · 极好的防透汽和气性 · 能形成没有细孔的薄膜	· 透光 · 中间体具有一定的硬度 · 极好的抗化学浸蚀性
沉积性	高绝缘性	好	不太好

上述测试材料的热降解温度是680℃，例如，在热降解温度为约700℃时，每种测试材料的热降解温度比发热元件表面温度（当通过发热元件开始进行薄膜沸腾时和当泡消失时）及该表面温度达到的最大值高。

进一步，每种测试材料的熔点比发热元件表面温度（在泡消失时）

高。此外，比较测试材料的熔点和发热元件表面的温度（当通过发热元件开始进行薄膜沸腾时），测试材料A和C的熔点比发热元件表面温度高（当开始薄膜沸腾时）。

传统的喷液头使用如聚酰亚胺（传统上已知的隔离膜）的有机材料作为可动隔离膜，与传统的喷液头相比，在使用上述测试材料作为可动隔离膜的喷液头中，发现每个喷嘴的喷液次数显著增加了，并提高了喷液头的寿命，如果检测到不良喷液，通过恢复处理可迅速地恢复到正常状态。并且，没有发现墨腐蚀。

此外，当使用上述隔离膜时，由于喷液头衬底和顶板是由硅族材料制成的，喷液头的散热性能极好，从而提高了喷液头的使用寿命。

现参照图42A - 42C就上述的制造方法对PPX膜的沉积对做补充说明。

图42A - 42C是显示当隔离膜仅由图41A所示的PPX制造时在沉积反应过程中材料的变化简图。首先，作为原料的图42A所示的固体二聚物二对二甲苯在约100 - 200℃的温度下蒸发。然后，如图42B所示，通过二聚物的热降解，在上述约700℃的温度下形成稳定的双游离基对二甲苯（paraxylilene）单体。并且，双游离基对二甲苯粘附和聚合到硅片上同保护层涂敷在喷液头衬底上是同时进行的，从而在室温下形成图17A或17B所示的聚对二甲苯的可动隔离膜。

特别地，当从图42B所示的状态变化到图42C所示的状态以形成可动隔离膜时，采用在0.1Torr或更低的高真空条件下形成，双游离基对二甲苯（在汽相条件下形成的二聚物热降解产品）能充分地渗入小孔，以化学稳定地连接可动隔离膜的固定部分，从而提高可动隔离膜的固定部分（连接件和液体通道）和可动隔离膜之间的粘结性。

进一步，与第二到第四实施例中说明的制造方法一样，当可动隔离膜形成并与硅片接触后，用CMP或类似的方法除去硅片，严格地讲，PPX膜包括约几个埃厚的Si。凭借这种原子数量级厚的Si，与单独使用PPX相比，隔离膜的刚性改变了，从而抑制松弛。相应地，与第四实施例中一样，通过将Si接触的PPX膜的侧面用作发热电阻件的侧面（第二液体通道侧面），当泡消失时能防止可动隔离膜与发热电阻件表面接触。

<技术问题和效果>

在本发明中，如上所述，泡通过利用有机膜和发热元件的薄膜沸腾产

生，当通过泡的形成喷出液体时，实际发生的所考虑到的各种可能性优于传统的技术水平，是有效的发明。

此外，传统的技术水平认识到提高喷液效率的问题。然而，在此之前，主要考虑的是仅仅能隔离开喷射液和发泡液的简单的隔离膜。

从这点出发，按照本发明的隔离膜，本发明的上述技术问题是“考虑到由一系列变化（泡的发生、长大和消失）引起的隔离膜的移动中的热因素，单独的隔离膜和喷墨头的改进”。这是新的问题。

相应地，解决上述问题的上述发明能消除问题本身的原因，即使发生异常操作，也能通过恢复处理迅速地纠正。相应地，与具有传统隔离膜的喷液头相比，在本发明的喷液头中，喷液头能长期使用而不损坏隔离膜，喷液头本身的使用寿命延长了，能够防止具有多个喷嘴的喷液头的损坏。各个发明都单独有效，但它们的组合能提供更好的效果。

图 1

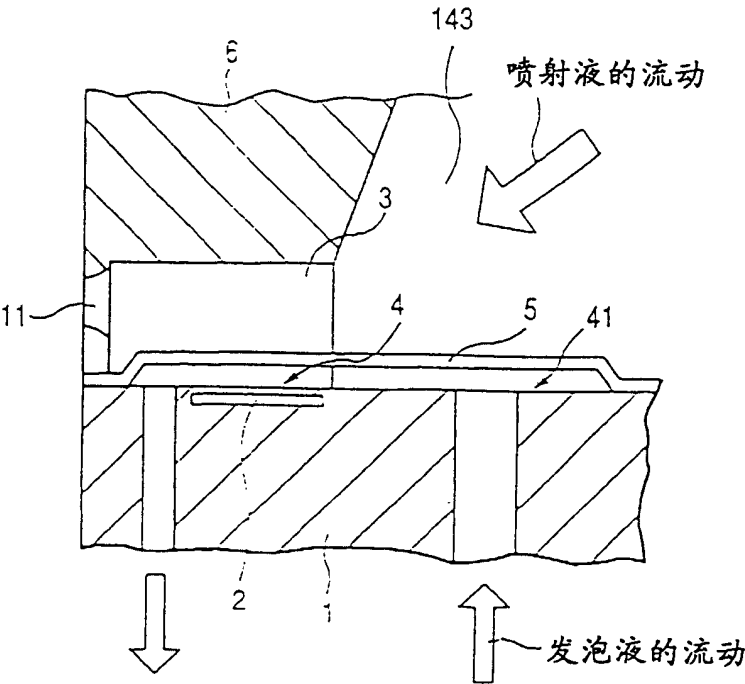


图 2

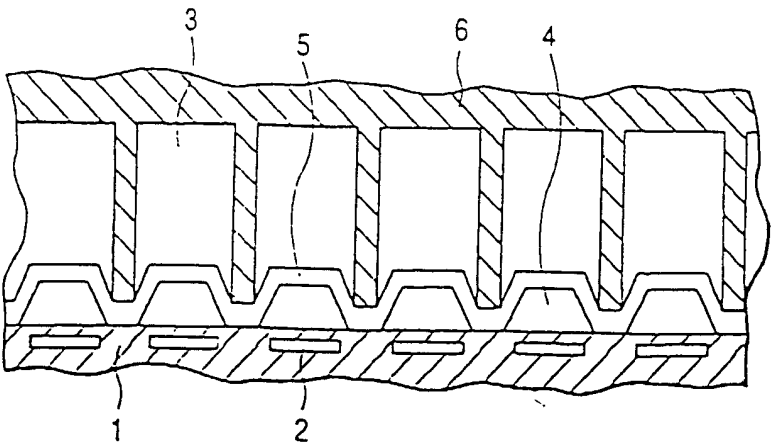


图 3A

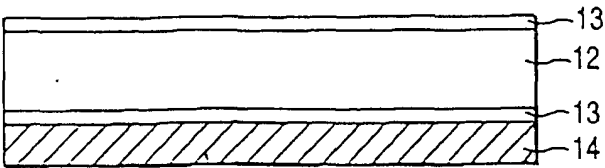


图 3B

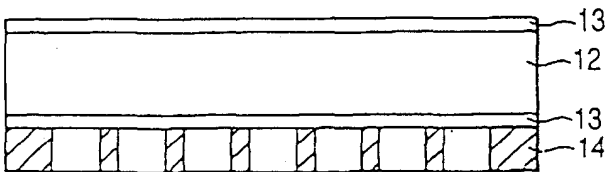


图 3C

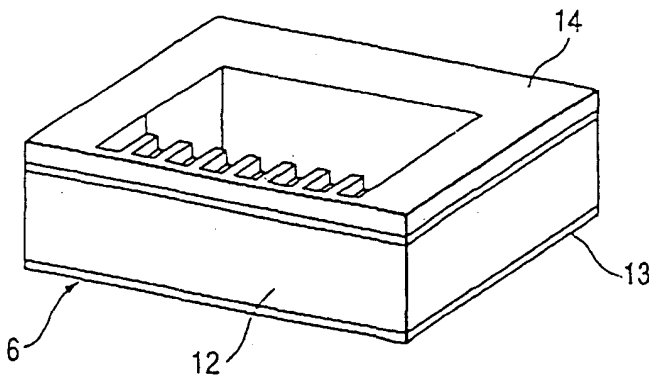


图 4A

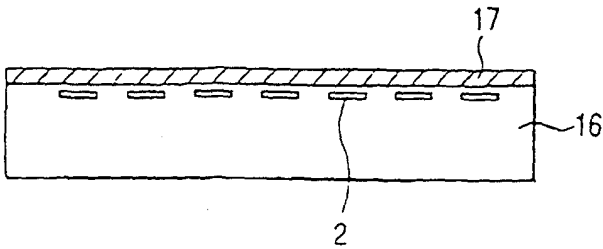


图 4B

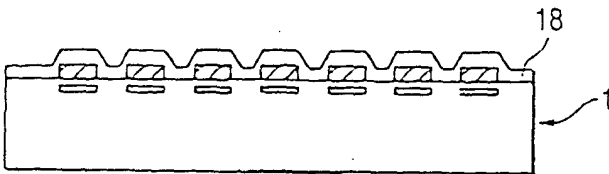


图 4C

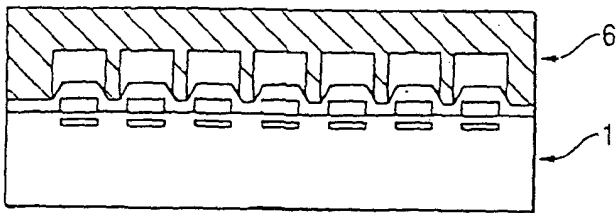


图5A

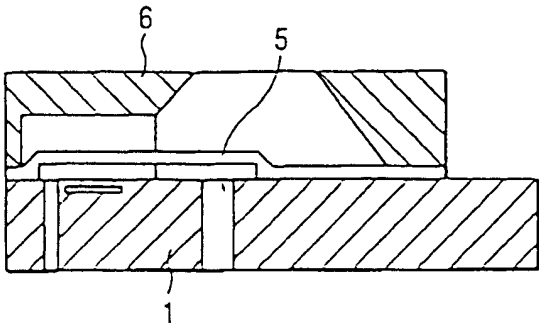


图5B

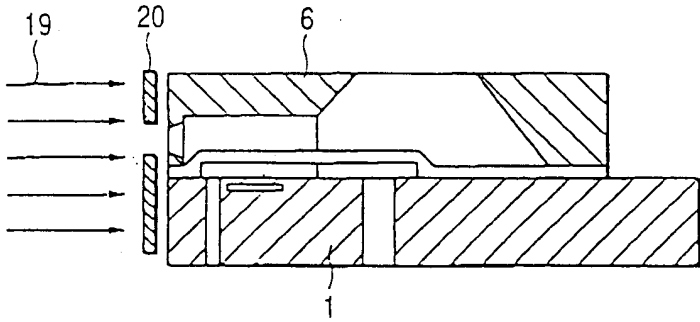
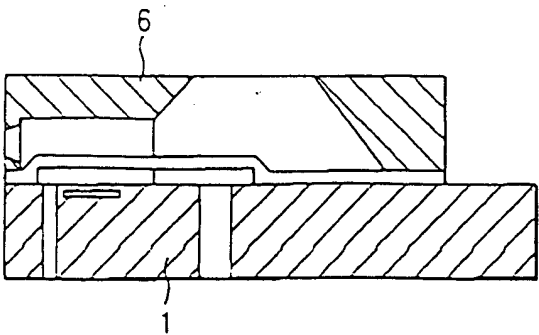


图5C



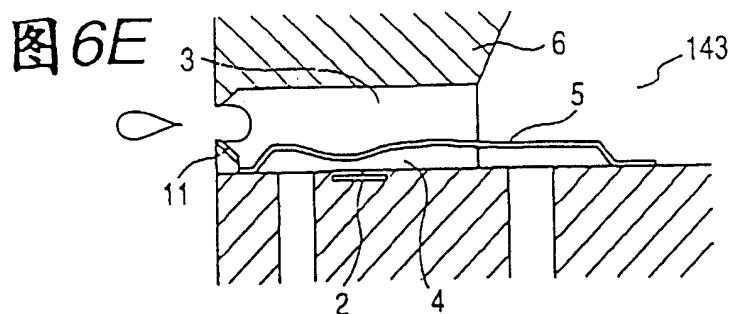
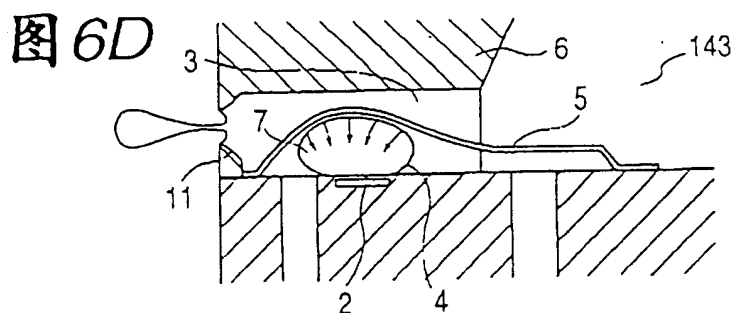
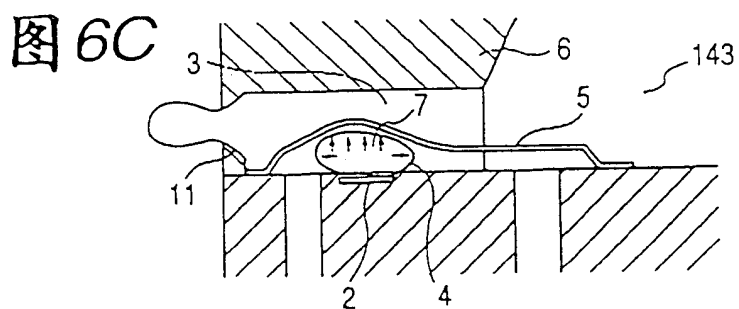
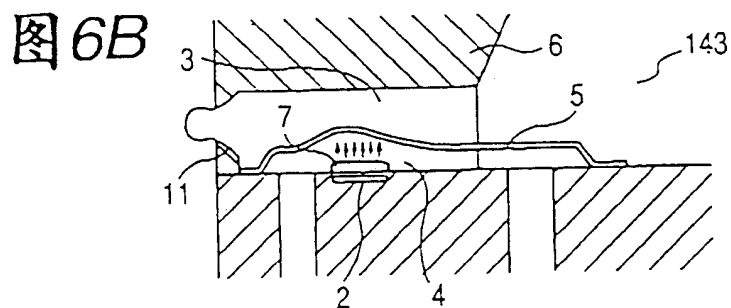
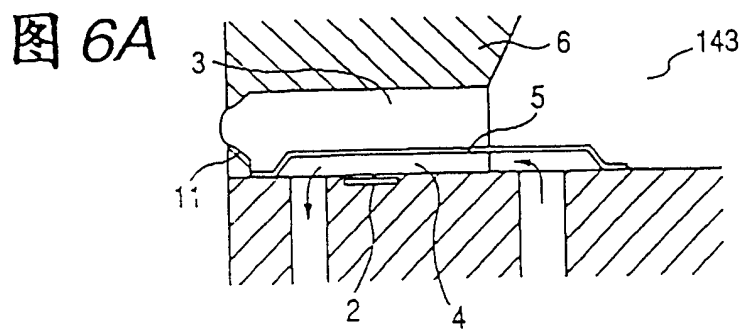


图 7

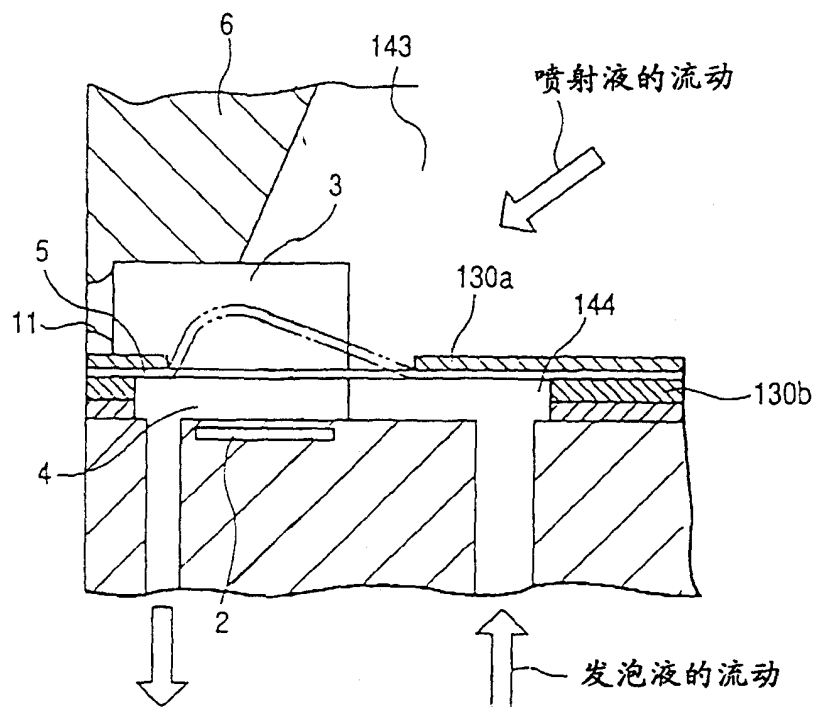


图 8

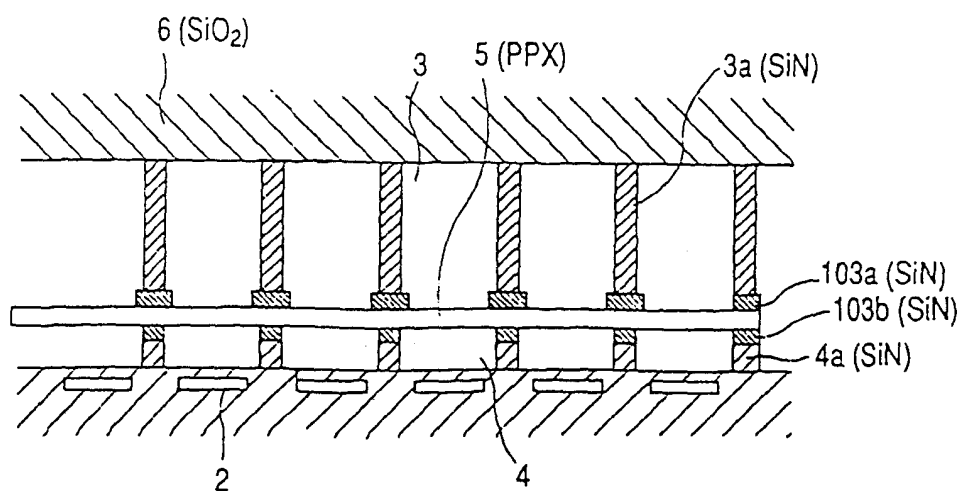


图 9A

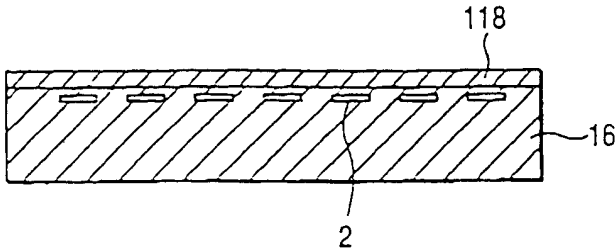


图 9B

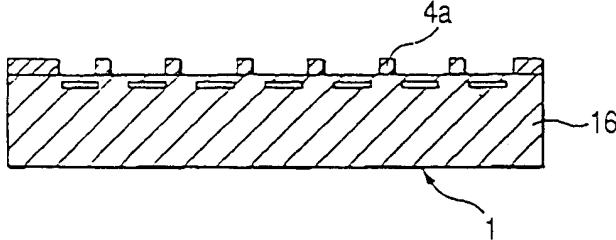


图 9C

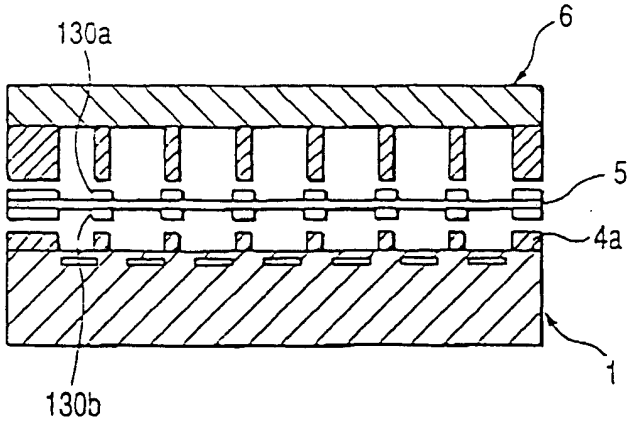


图 10A

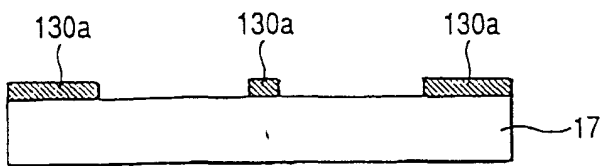


图 10B

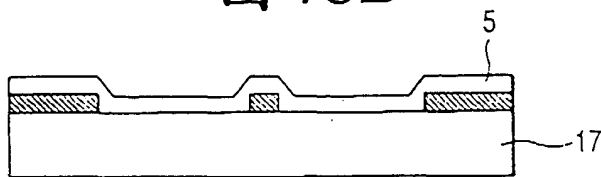


图 10C

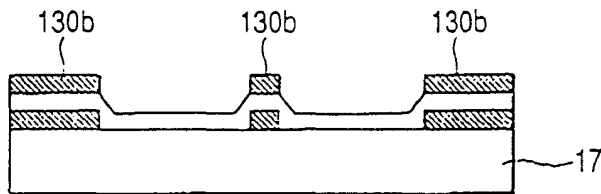


图 10D



图11A

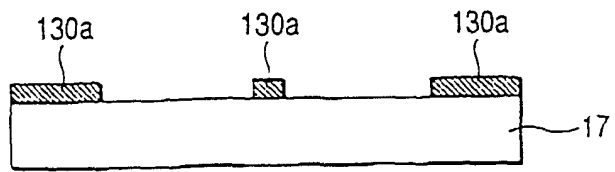


图11B

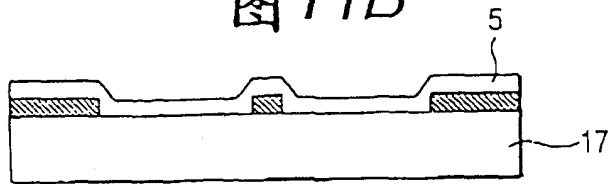


图11C

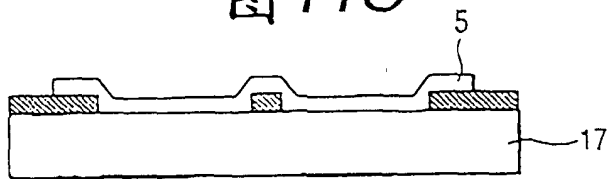


图11D

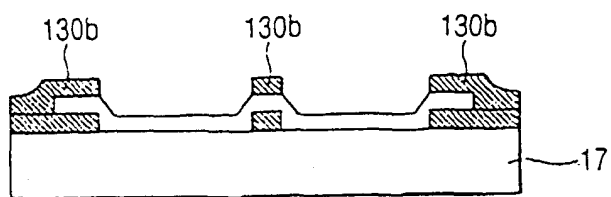


图11E



图 12A

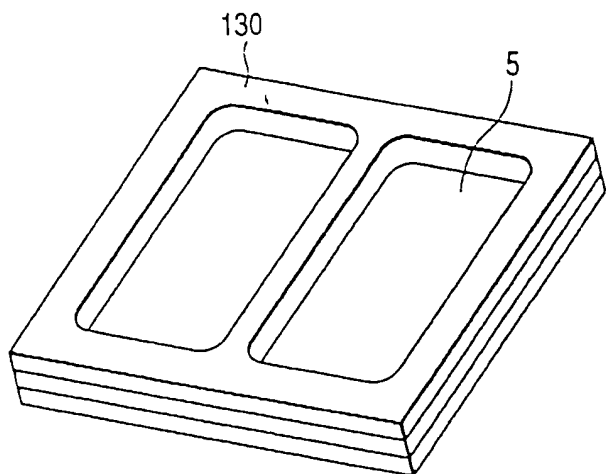
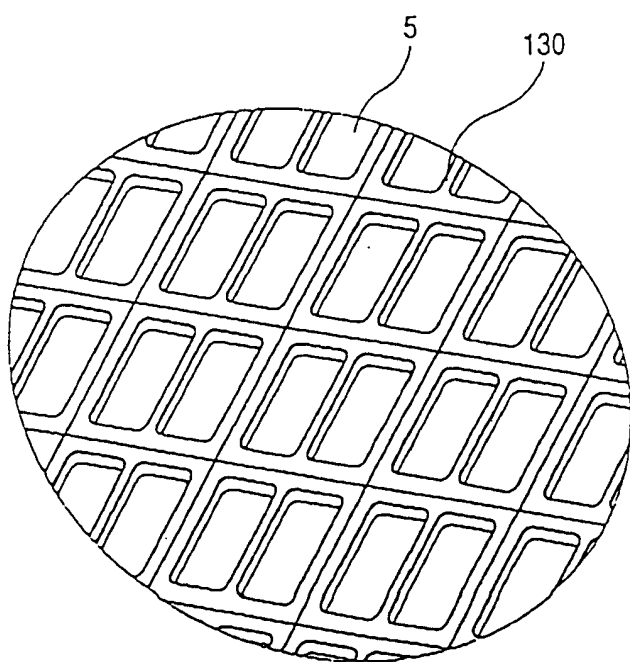
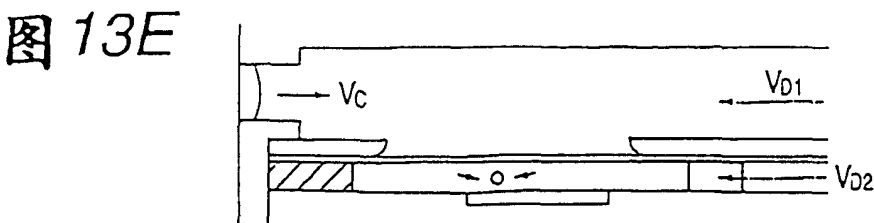
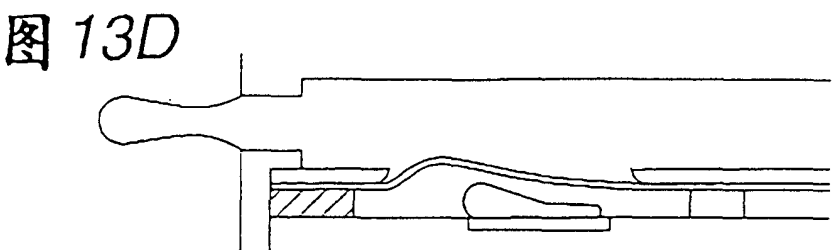
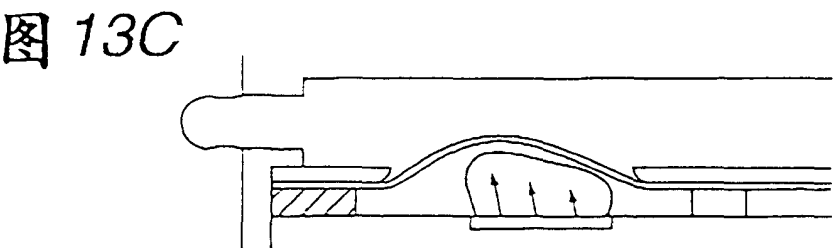
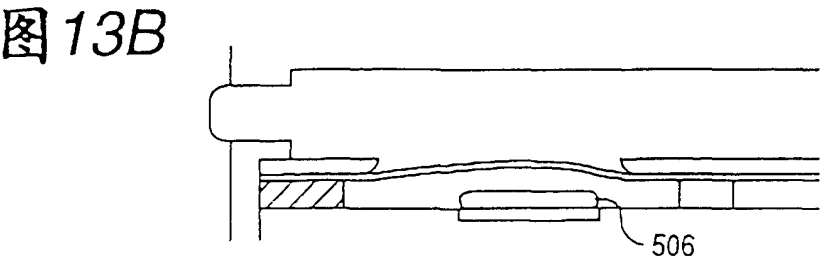
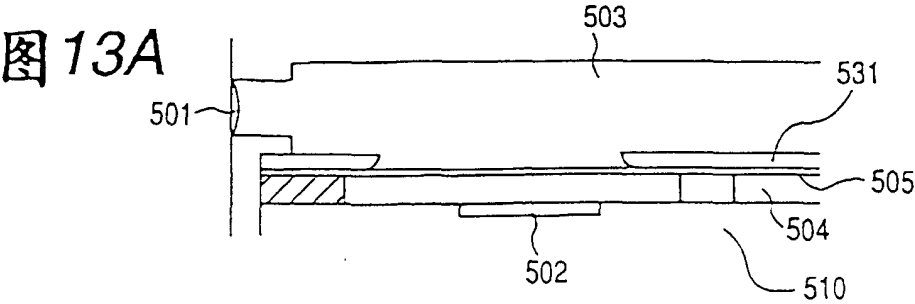
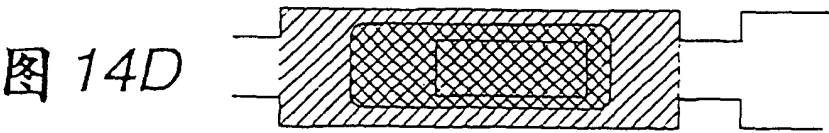
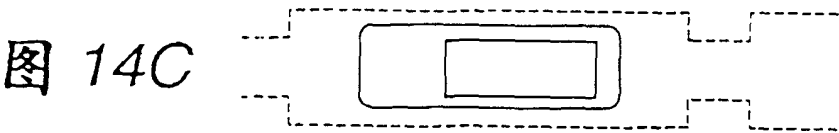
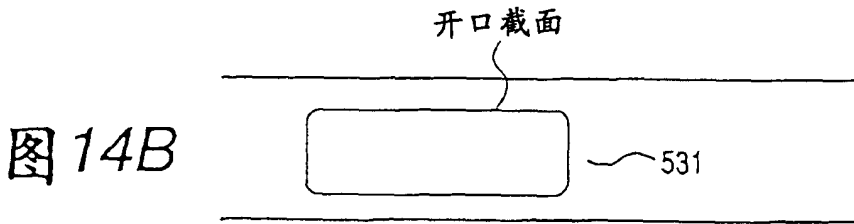
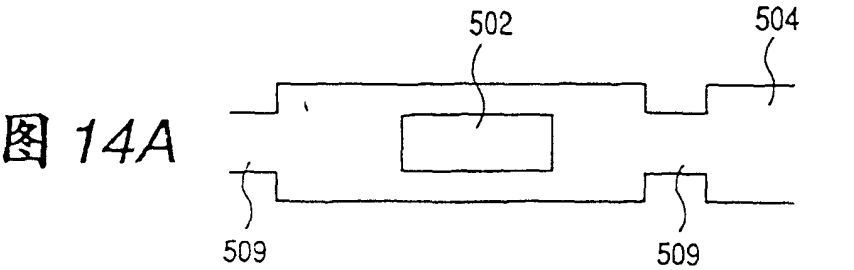


图 12B







 : 薄膜向上移动的区域
 : 薄膜向下移动的区域

图15

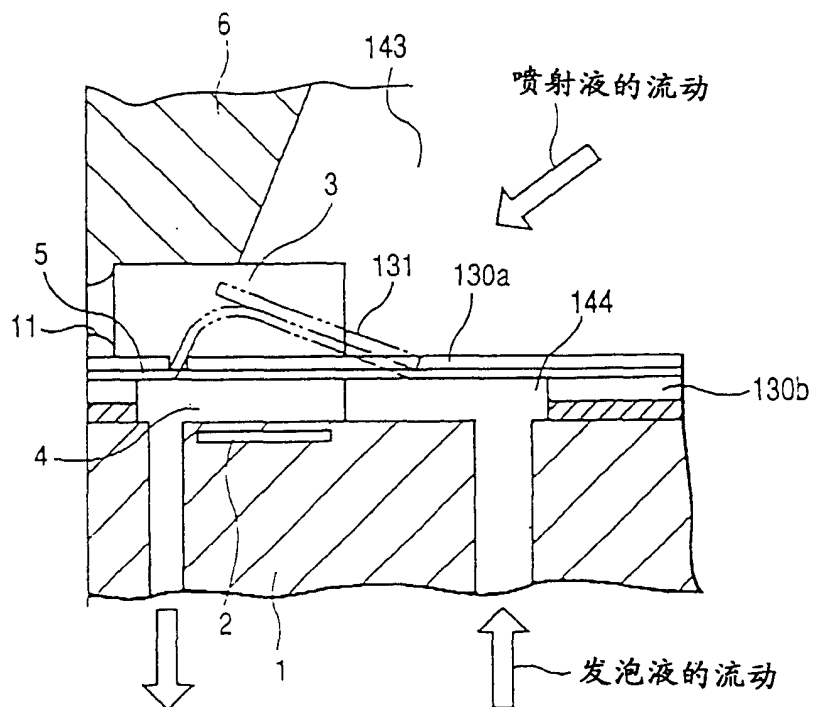


图16

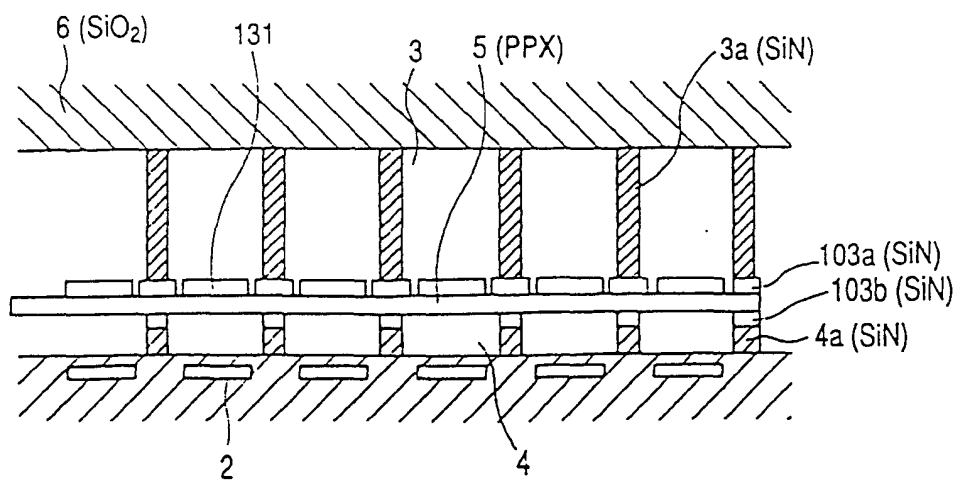


图 17A

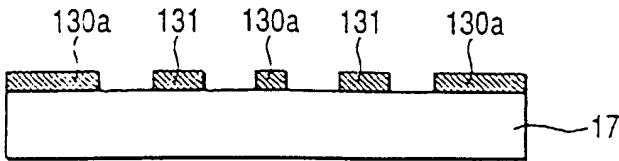


图 17B

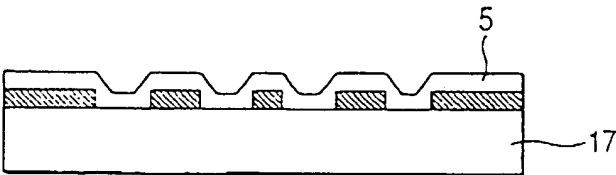


图 17C

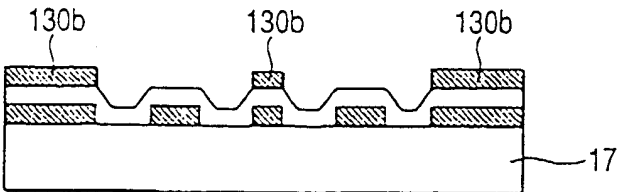


图 17D



图 18A

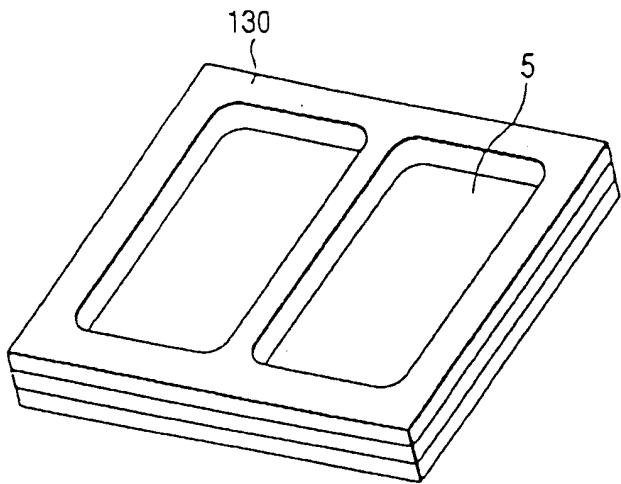


图 18B

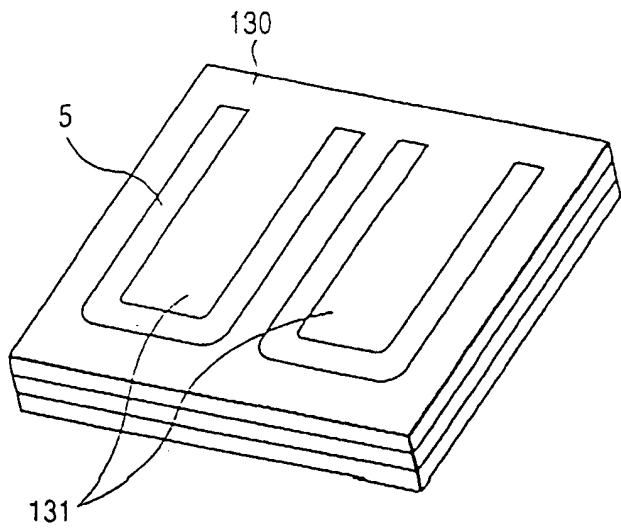


图 19A

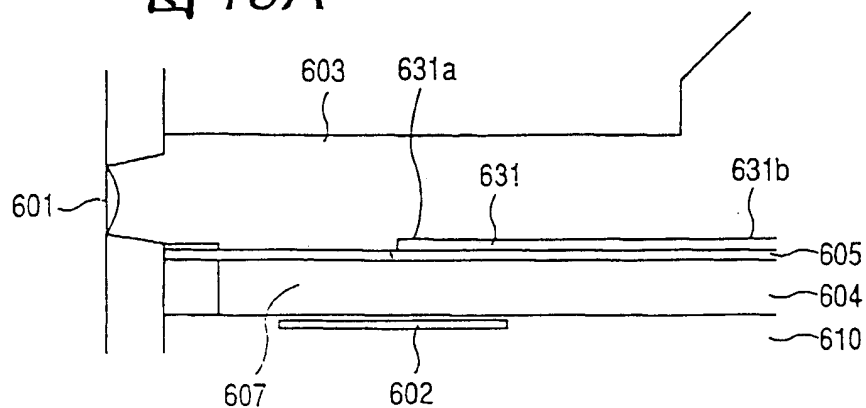


图 19B

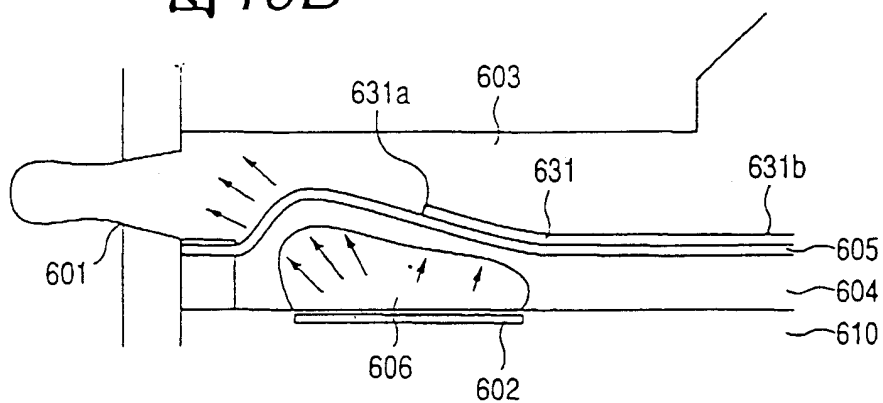


图 19C

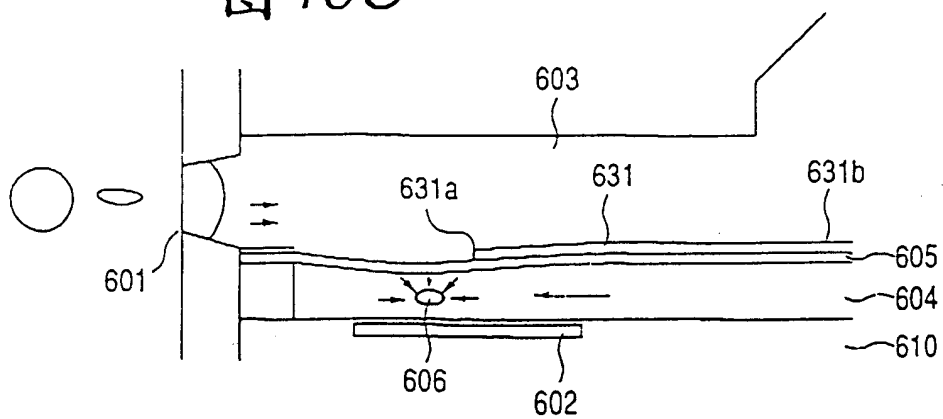


图 20A1

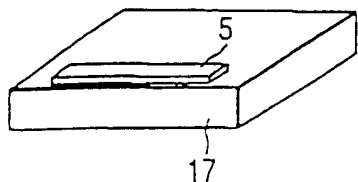


图 20A2

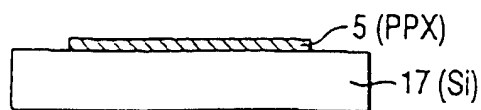


图 20B1

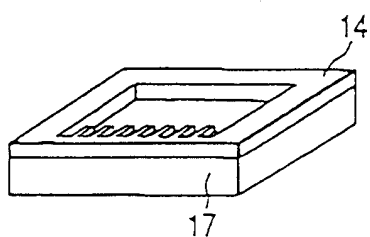


图 20B2

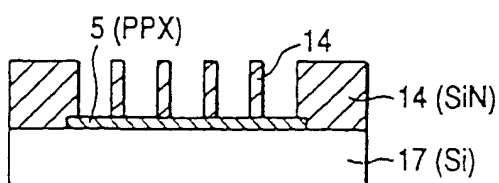


图 20C1

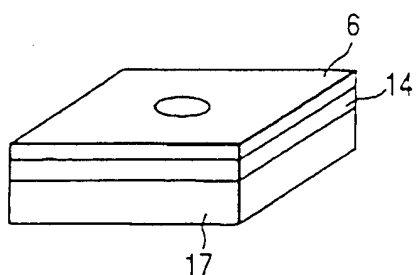


图 20C2

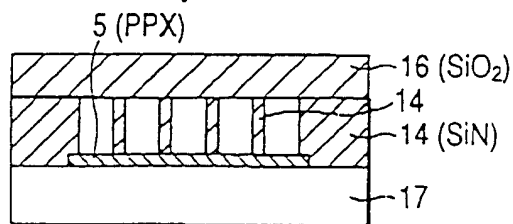


图 20D1

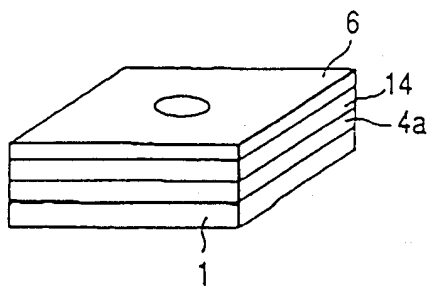


图 20D2

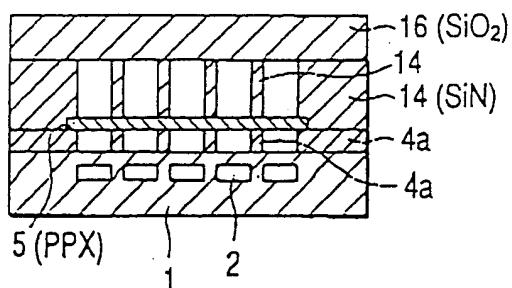


图 21

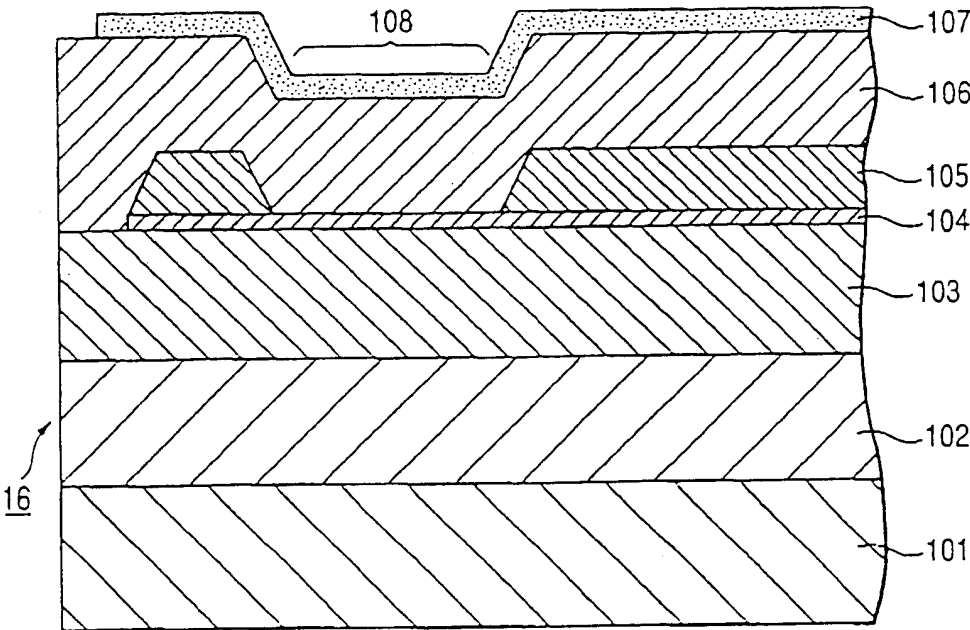
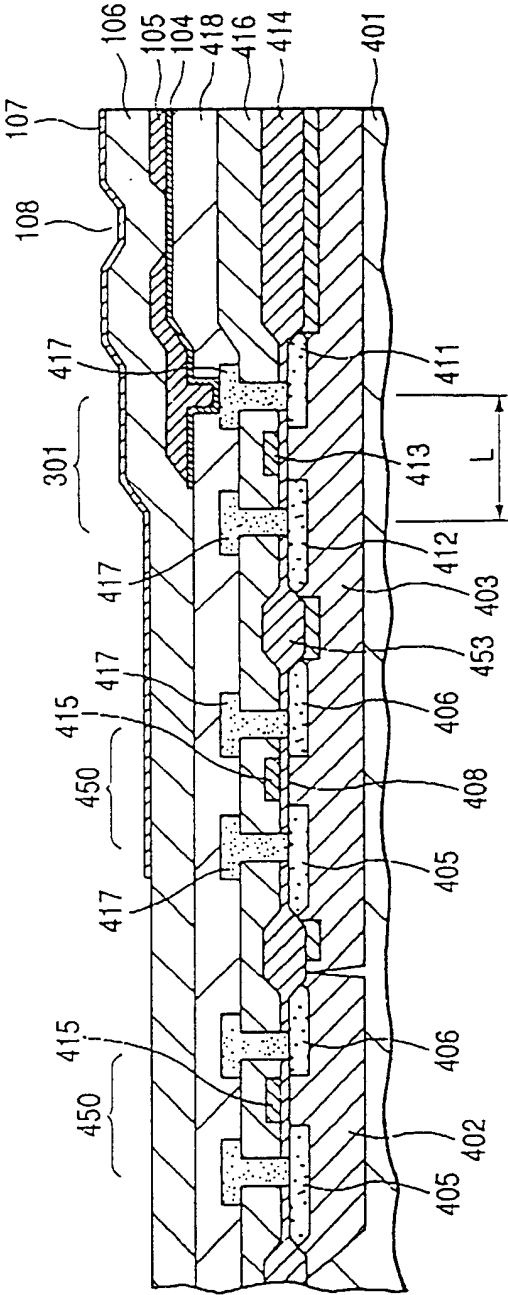
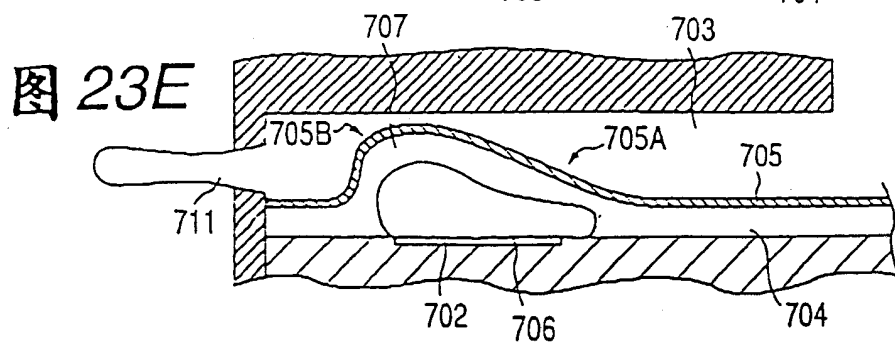
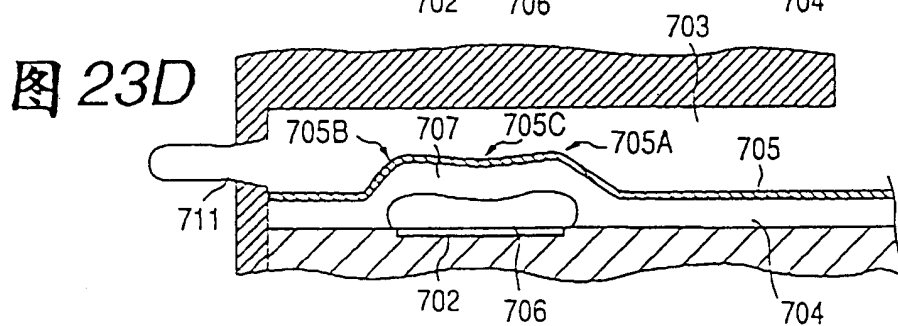
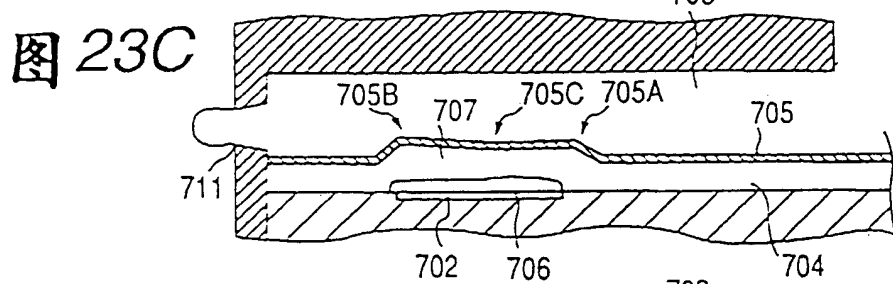
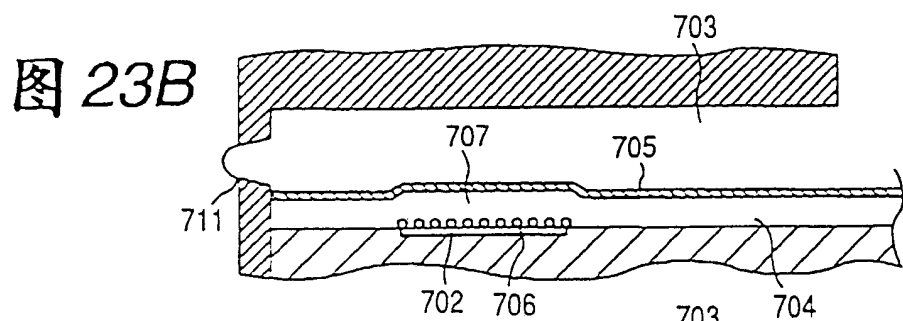
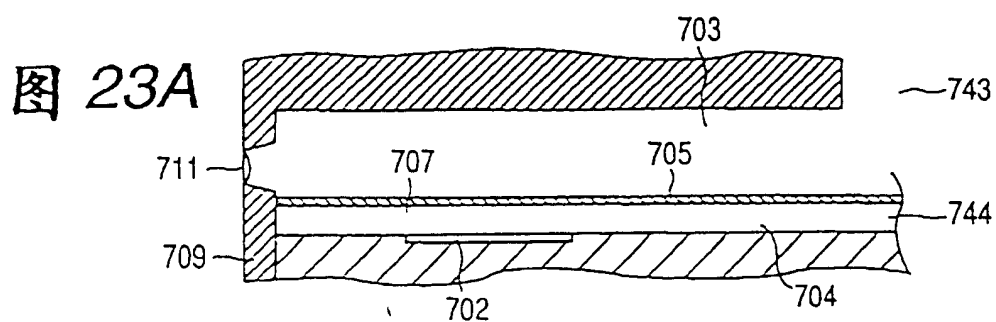


图 22





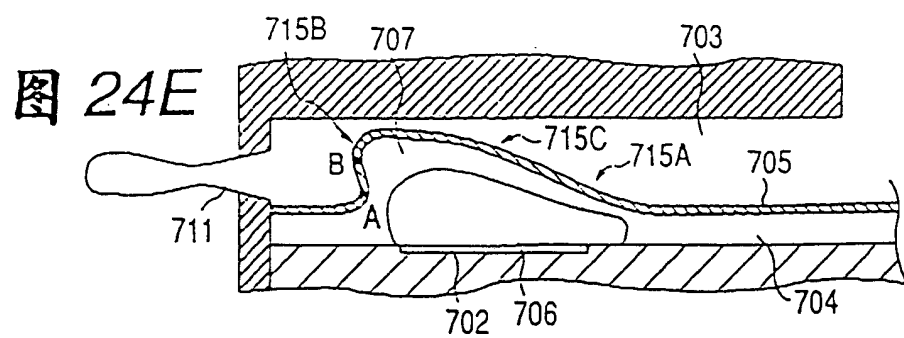
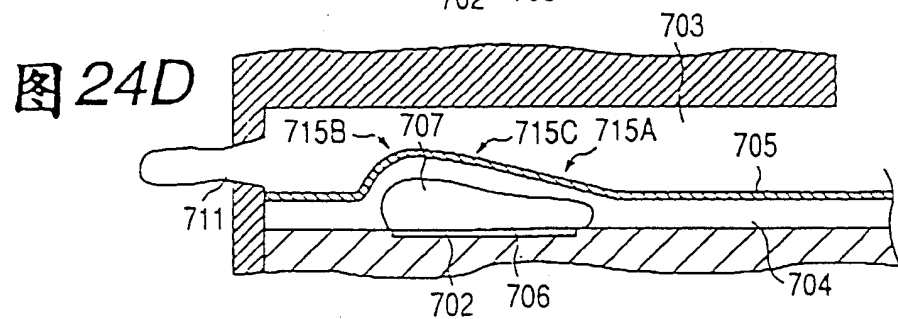
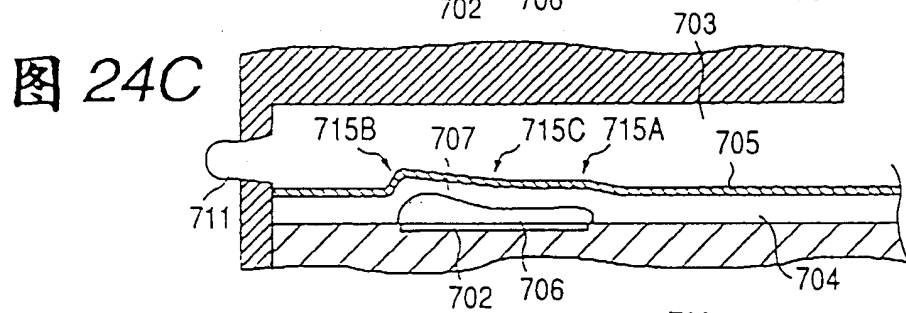
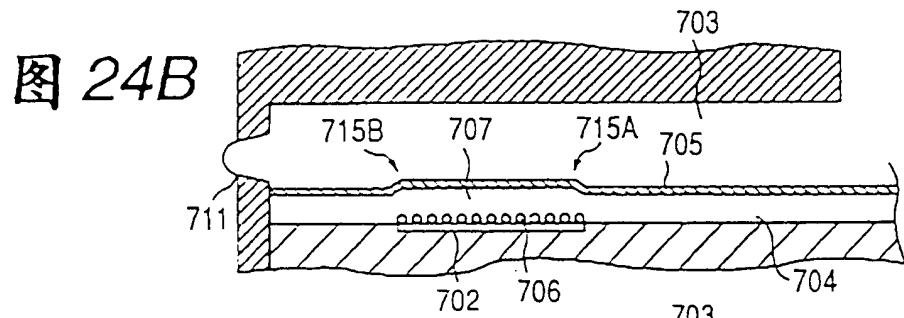
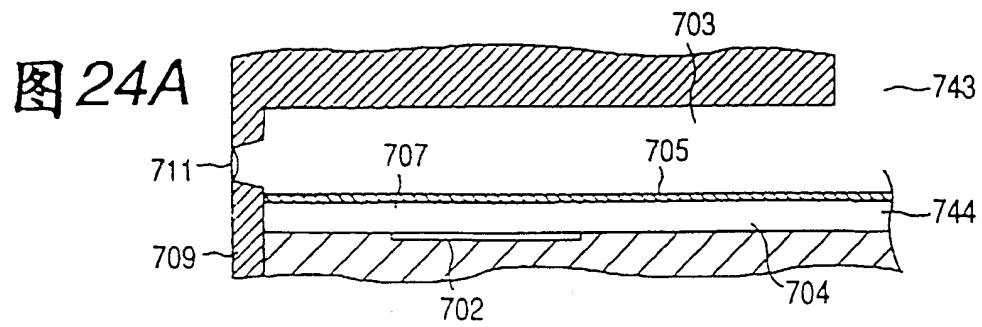


图 25A

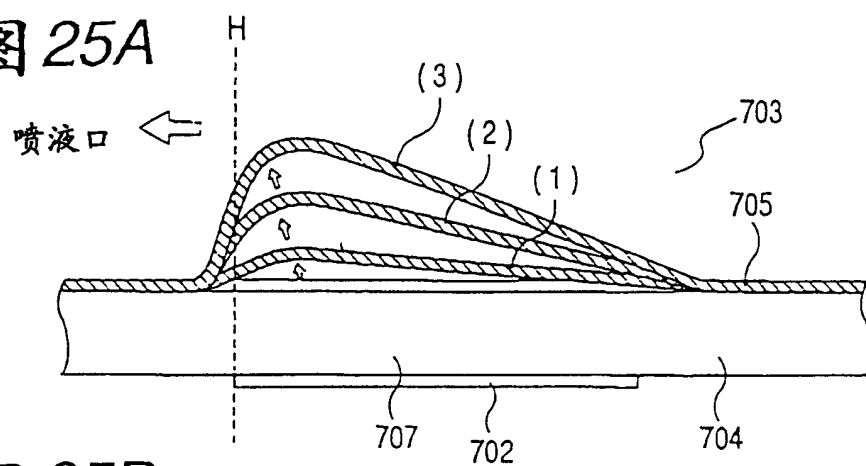


图 25B

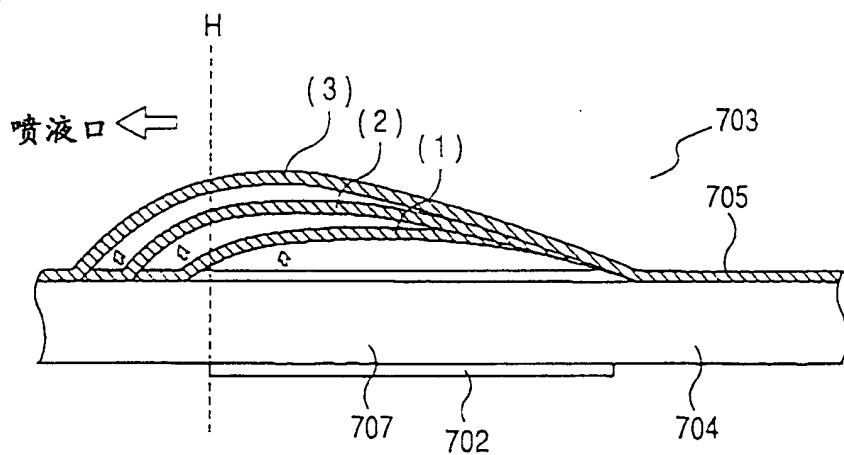


图 25C

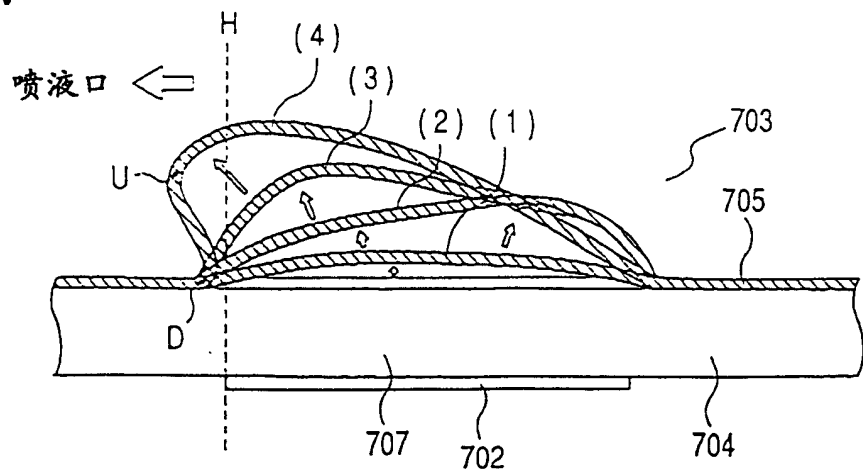


图 26A

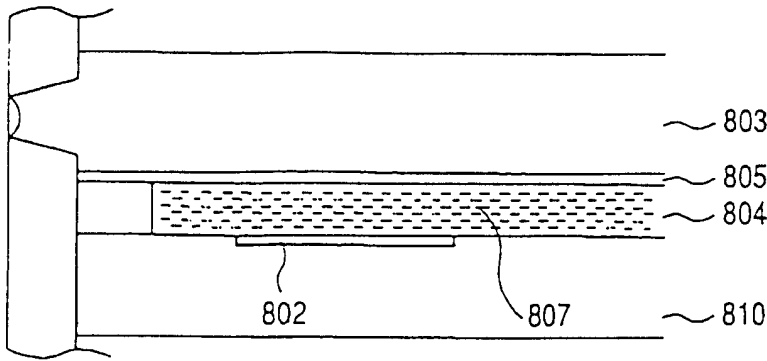


图 26B

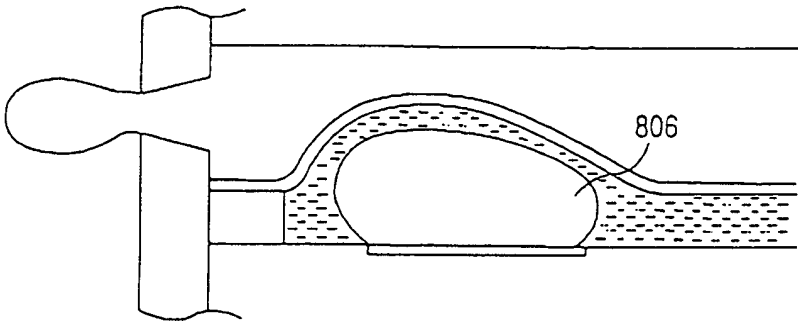


图 26C

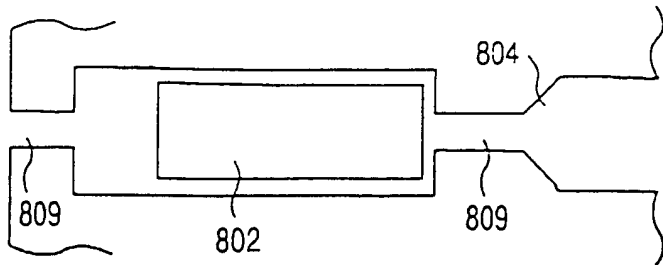


图 27A

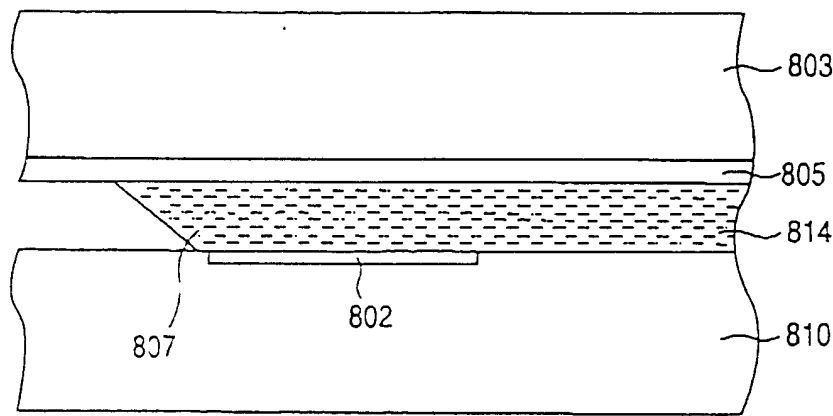


图 27B

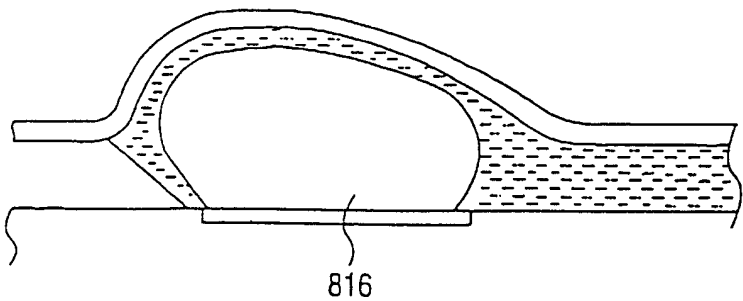


图 28A

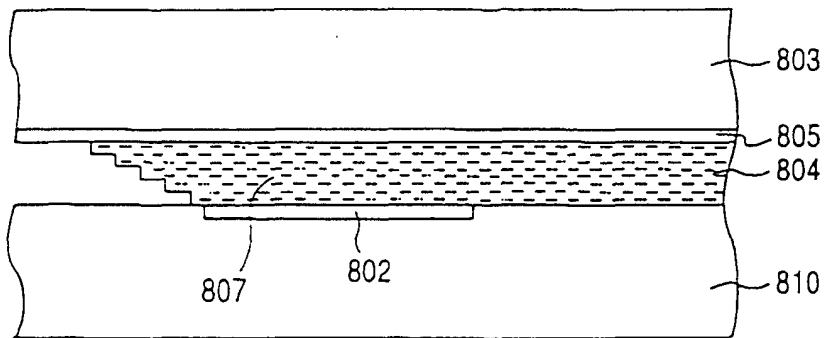


图 28B

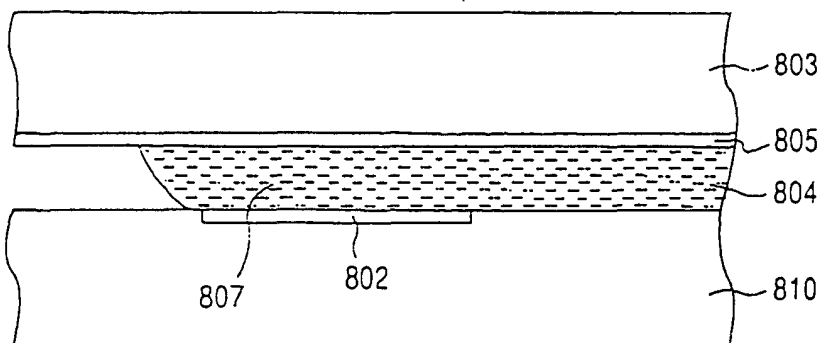


图 29A

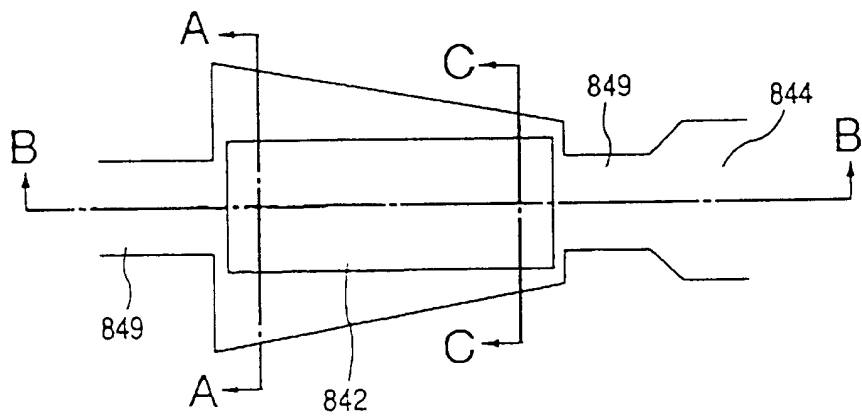
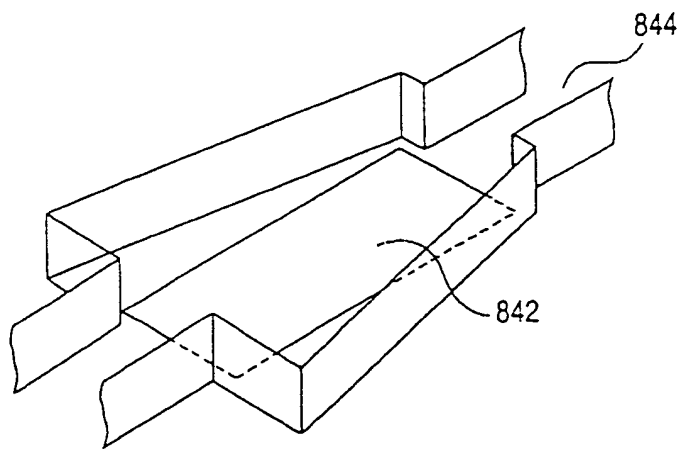
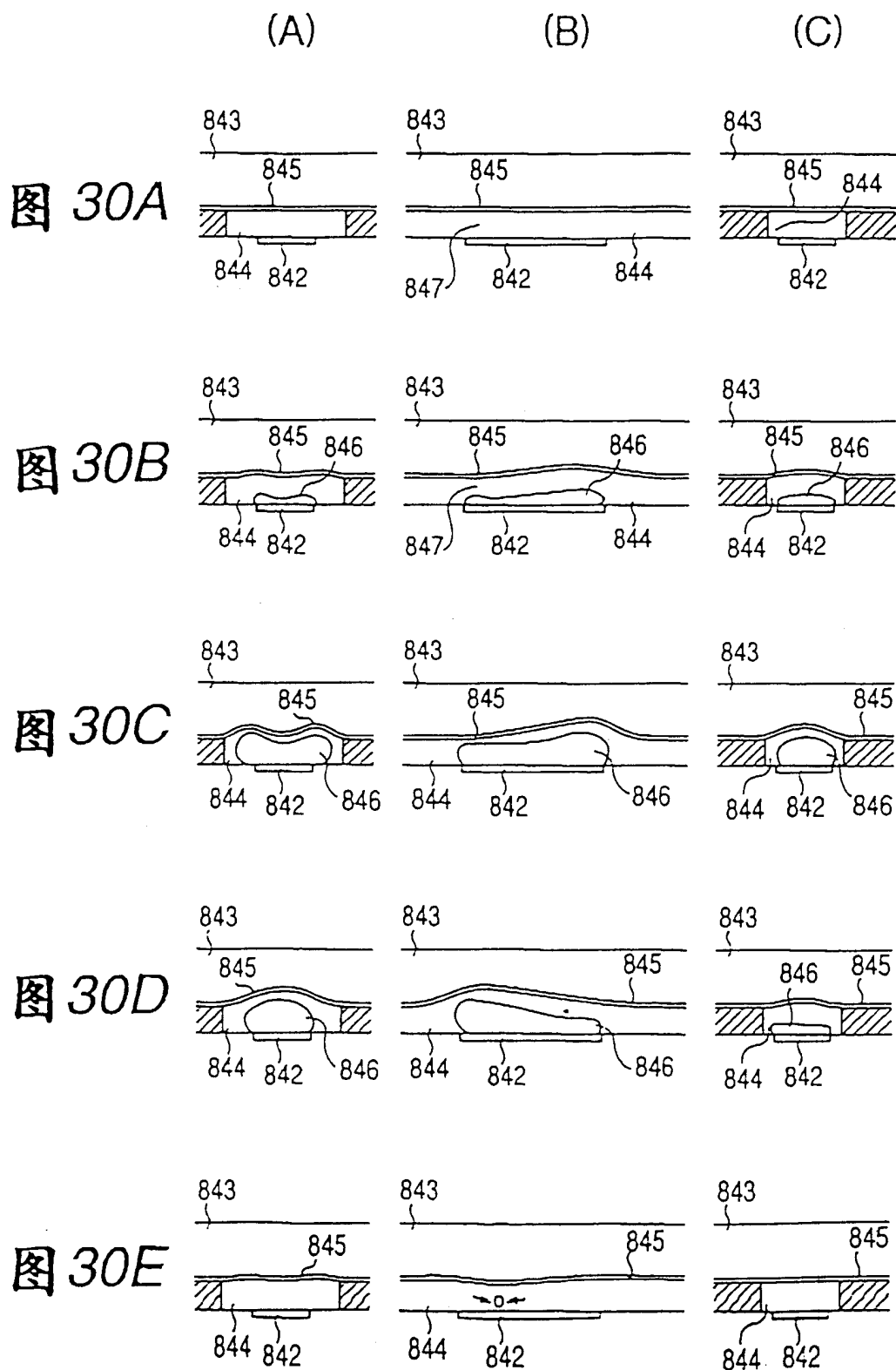


图 29B





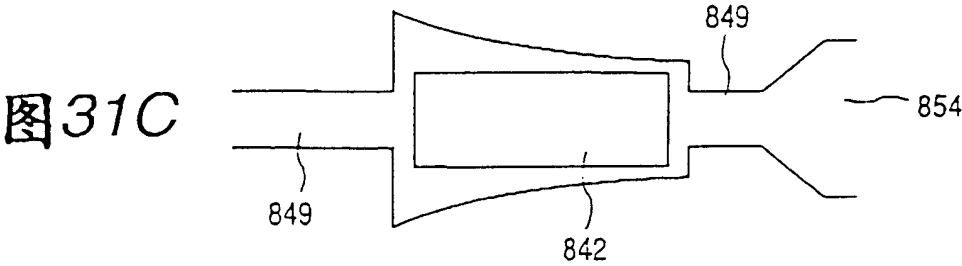
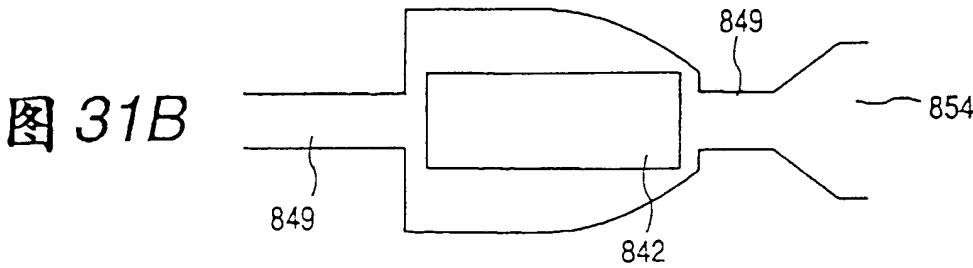
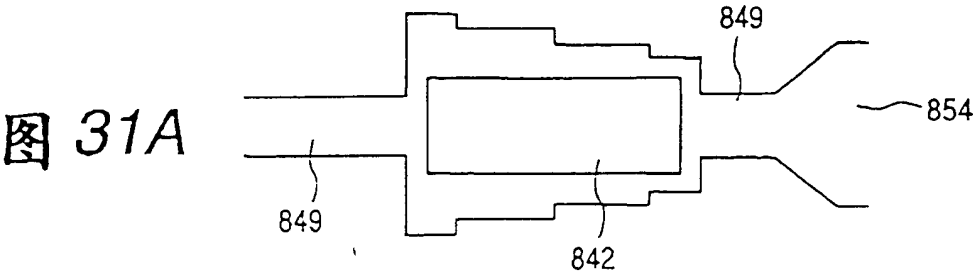


图 32

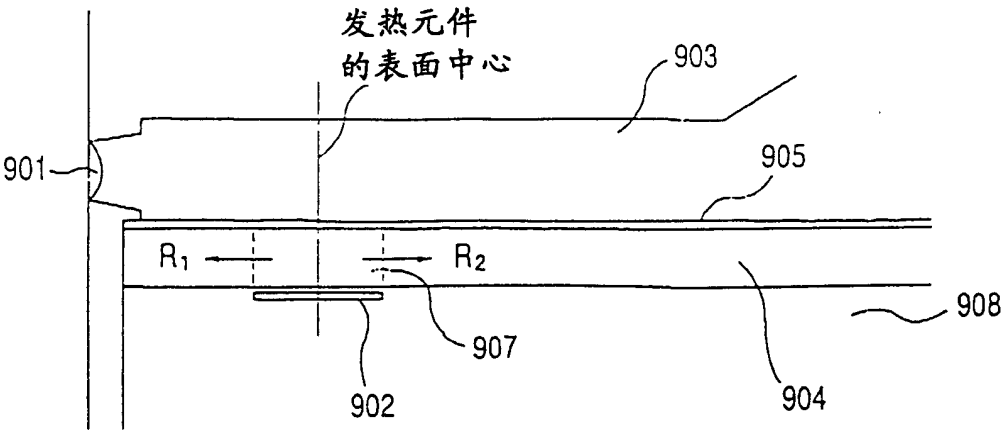


图 33A

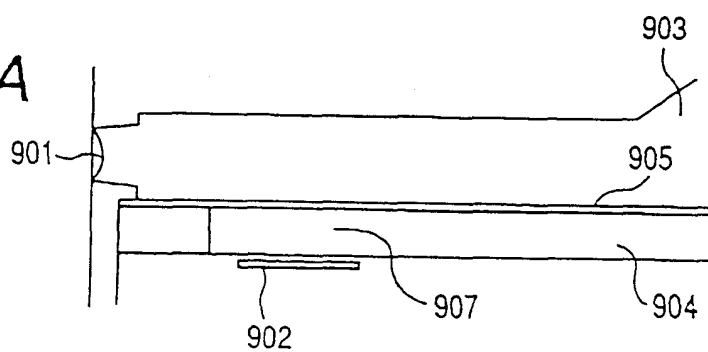


图 33B

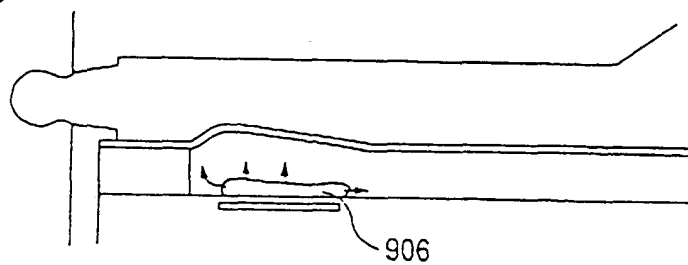


图 33C

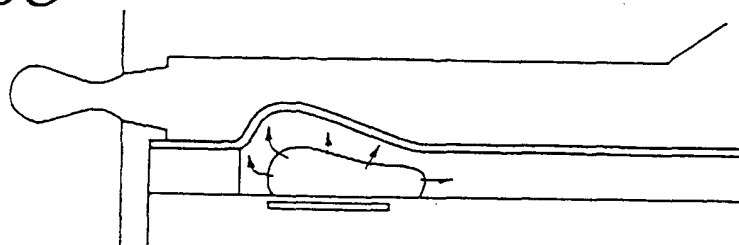


图 33D

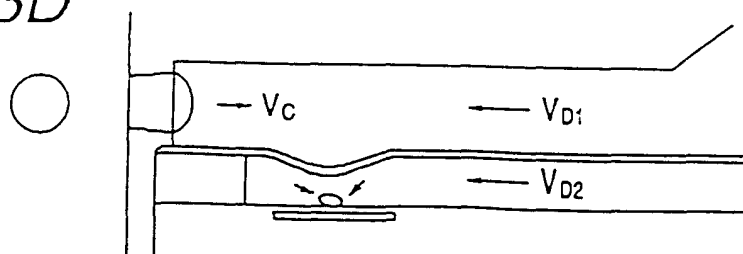


图 34

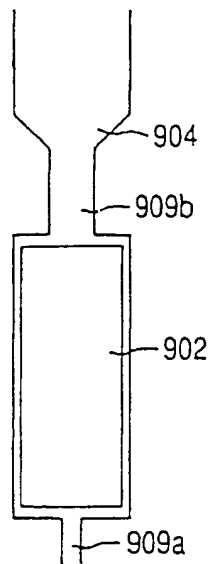


图 35

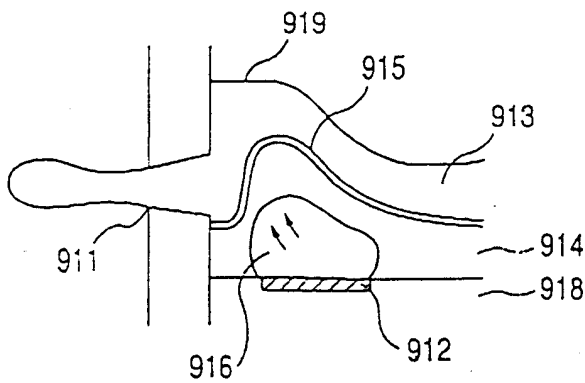


图 36A

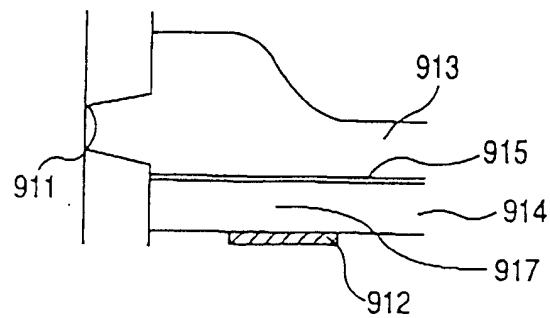


图 36B

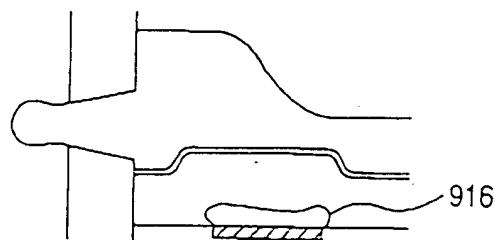


图 36C

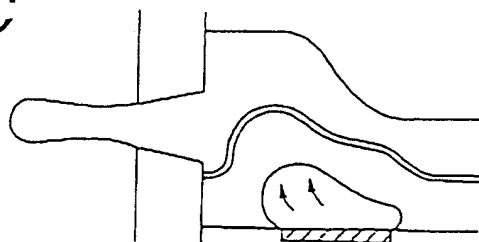


图 36D

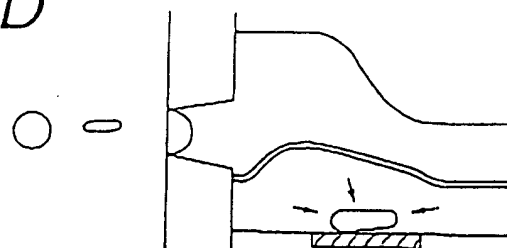


图 37

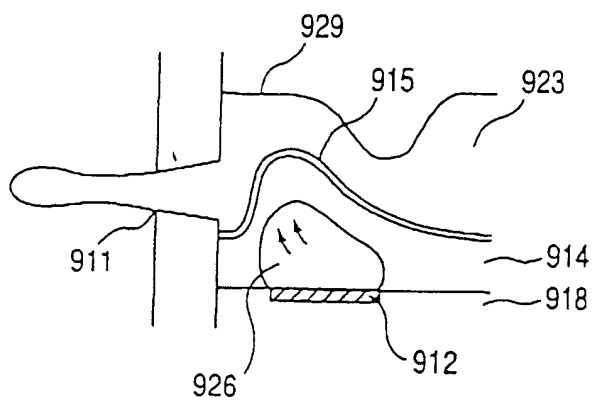


图 38A

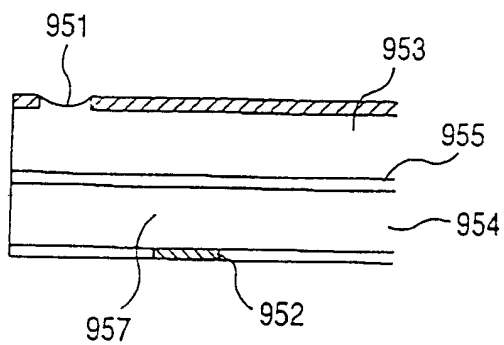


图 38B

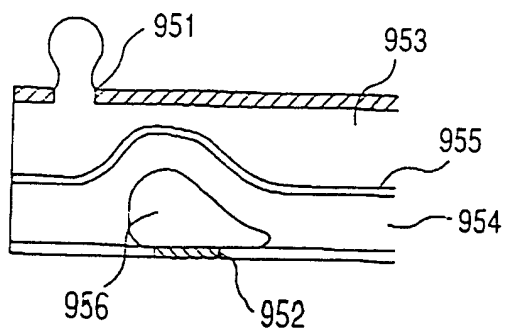
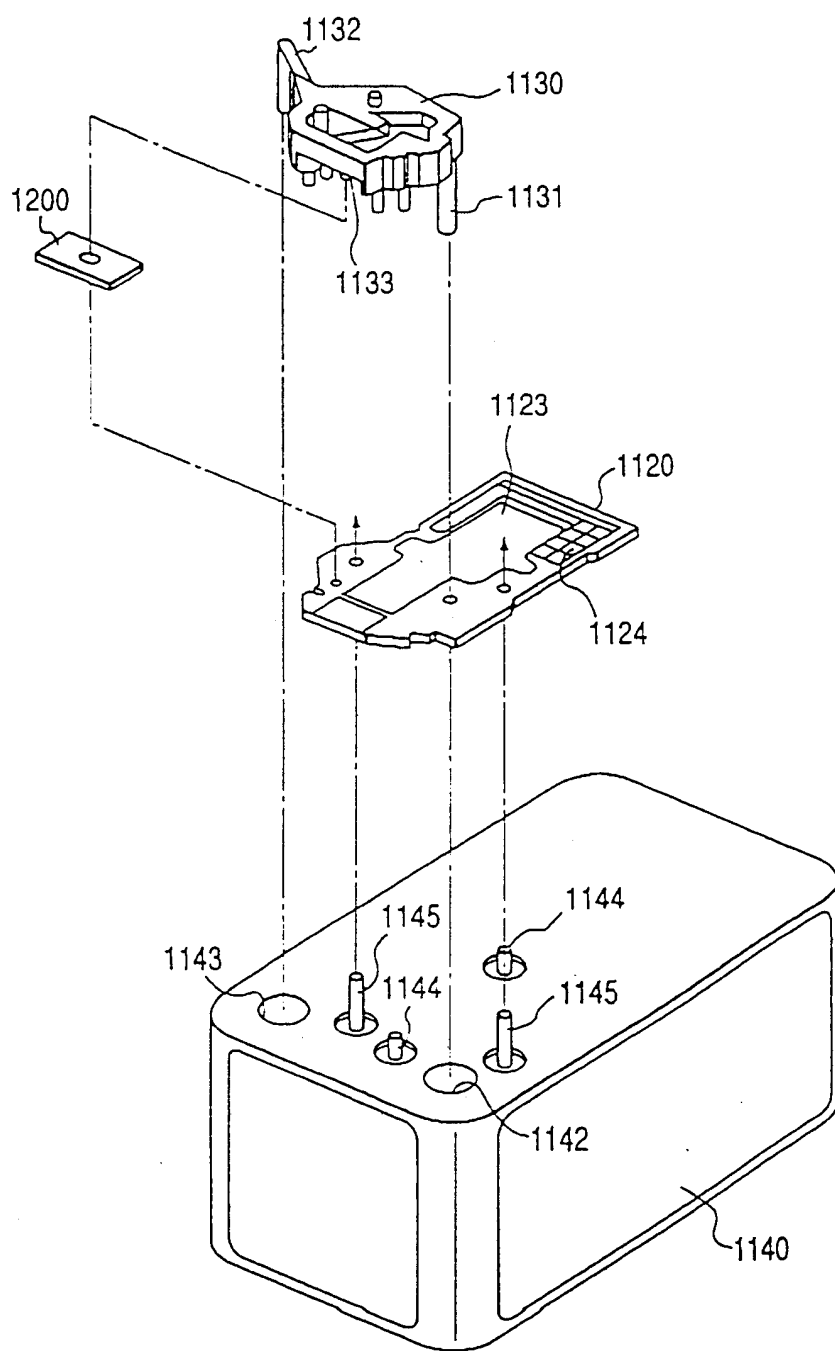


图 39



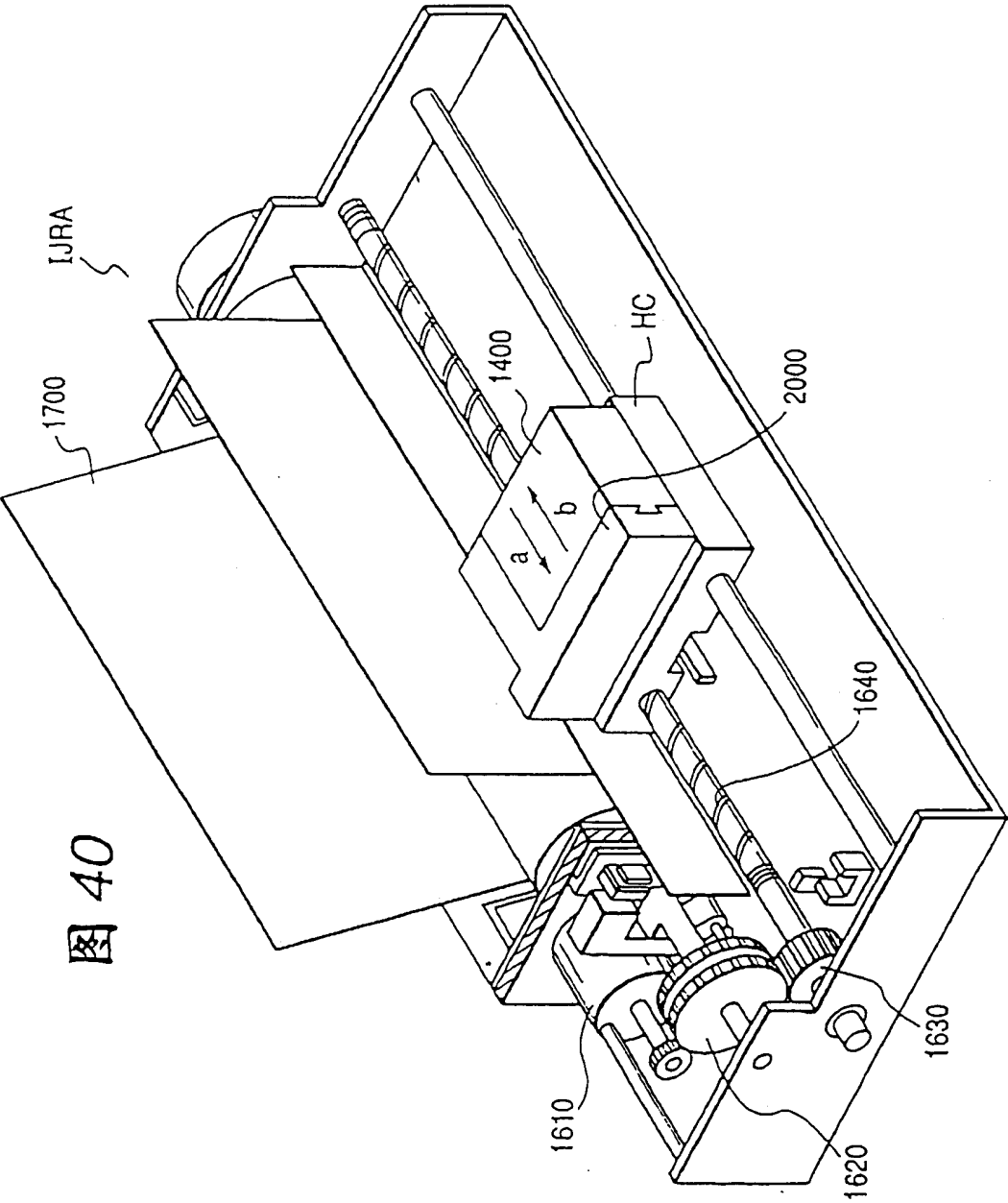


图 40

图 41A

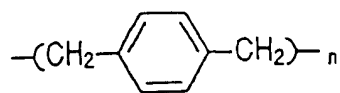


图 41B

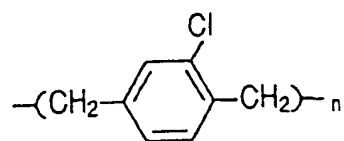


图 41C

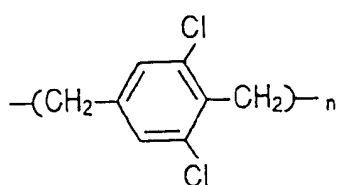


图 41D

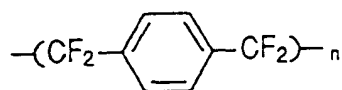


图 41E

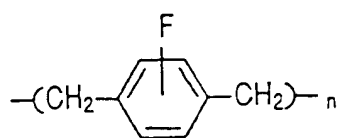


图 41F

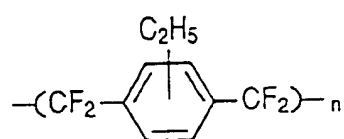


图42A

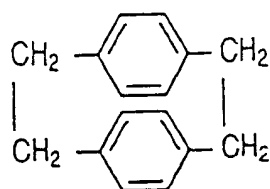


图42B

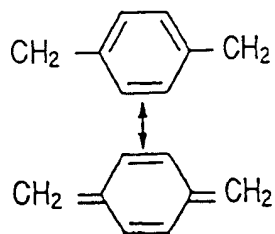


图 42C

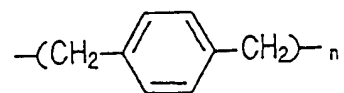


图 43A

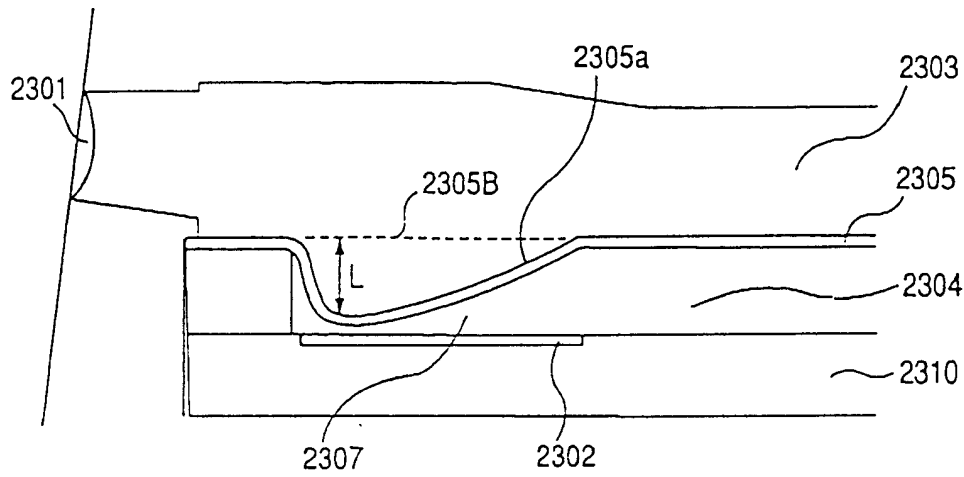


图 43B

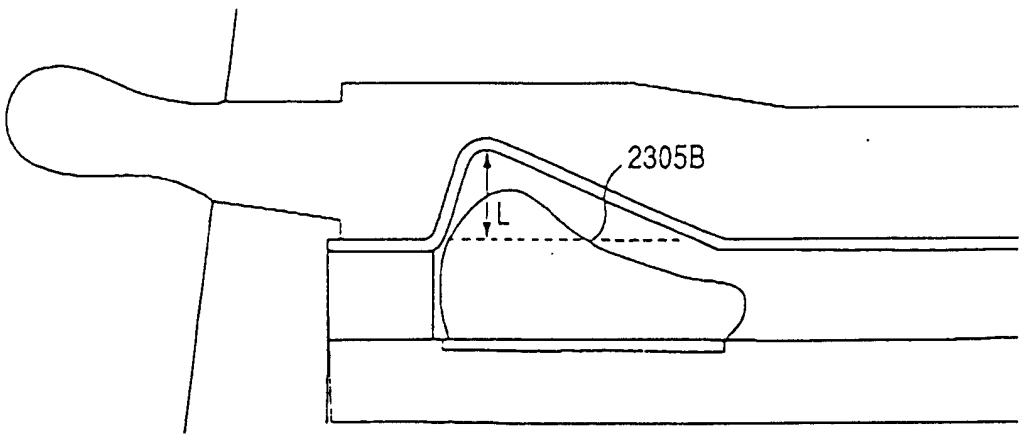


图 44A

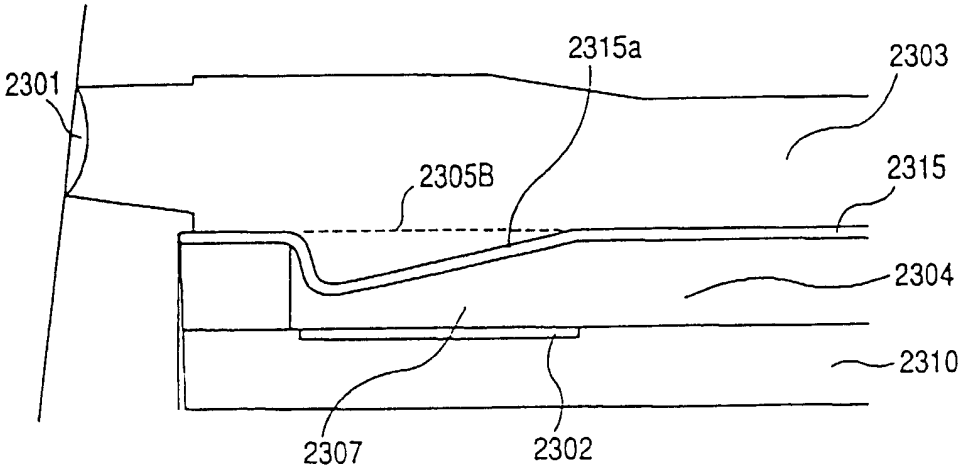


图 44B

