



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101161459 B

(45) 授权公告日 2010.06.09

(21) 申请号 200710182210.7

JP 特开 2002-192730 A, 2002.07.10, 全文.

(22) 申请日 2007.10.12

JP 特开 2000-52549 A, 2000.02.22, 全文.

(30) 优先权数据

US 2003/0058309 A1, 2003.03.27, 说明书第

2006-278786 2006.10.12 JP

3 栏第 0040 段 - 第 4 栏第 0057 段、图 11.

2006-278785 2006.10.12 JP

审查员 李艳

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 早川和宏

(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 11038

代理人 党建华

(51) Int. Cl.

B41J 2/16(2006.01)

B41J 2/14(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1631672 A, 2005.06.29, 说明书第 3 页倒
数第 2 行 - 第 5 页第 2 段、图 2-7.

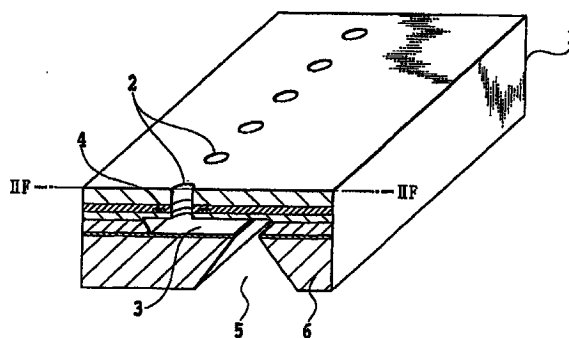
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 9 页

(54) 发明名称

喷墨打印头和制造喷墨打印头的方法

(57) 摘要

本发明提供具有满足所期望的目的的流路形状的喷墨打印头、以及制造喷墨打印头的方法。在用于制造喷墨打印头的方法中,制备 SOI 基板,该 SOI 基板具有第一硅层、第二硅层、以及绝缘层。在第一单晶硅层上形成牺牲层。在牺牲层的上方形成蚀刻停止层。在 SOI 基板的表面上形成能量生成元件。对第二硅层和绝缘层执行蚀刻以形成墨供给口。通过蚀刻形成该供给口。蚀刻第一硅层以形成液体流路。除去蚀刻停止层的一部分以形成喷射口。



1. 一种用于制造喷墨打印头的方法,该喷墨打印头包括:墨喷射口;能量生成元件,其生成用来从墨喷射口喷射墨的能量;墨流路,其与墨喷射口连通;以及墨供给口,其与所述墨流路连通以供给墨,该方法包括:

制备 SOI 基板的步骤,该 SOI 基板具有第一单晶硅层、结晶方向与第一单晶硅层不同的第二硅层、以及设置在第一单晶硅层和第二硅层之间的绝缘层;

在所述第一单晶硅层上形成蚀刻停止层的步骤;

在所述蚀刻停止层上形成所述能量生成元件的步骤;

执行晶体各向异性蚀刻,以使得蚀刻从所述第二硅层向着所述绝缘层进行,以便形成所述墨供给口的步骤;

除去所述绝缘层从所述墨供给口暴露出的一部分的步骤,

在所述第一单晶硅层上执行晶体各向异性蚀刻以形成所述墨流路的步骤;以及

在所述蚀刻停止层的一部分上形成所述墨喷射口的步骤。

2. 如权利要求 1 所述的用于制造喷墨打印头的方法,其中形成所述墨供给口的步骤还包括在所述第二硅层中形成用于晶体各向异性蚀刻剂的先导孔的步骤。

3. 如权利要求 1 所述的用于制造喷墨打印头的方法,其中,所述绝缘层由氮化硅、碳化硅、或者氧化铝制成。

4. 如权利要求 1 所述的用于制造喷墨打印头的方法,其中,所述第一单晶硅层具有 {110} 面的主面。

喷墨打印头和制造喷墨打印头的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及喷墨打印头和用于制造喷墨打印头的方法。

背景技术

[0002] 用于喷墨打印方法（液体喷射打印方法）的喷墨打印头一般包括形成在喷孔板中的多个微细喷射口和多个微细液体流路，以及各自设置在相应液体流路的一部分中的多个液体喷射压力生成部。喷墨打印头通常还包括形成在头基板中、与所述液体流路连通并且充当通孔的供给口。

[0003] 这种喷墨打印头在与相应的喷射口连通的各个流路中具有生热部（加热器）；所述生热部、流路、以及喷射口构成打印元件。对应于打印信号的电能被选择性地施加到适当加热器中的发热电阻器上。所得到的能量被用于在热作用表面上快速加热墨。这导致膜沸腾以生成气泡，从而气泡的压力使墨从相应的喷射口喷射出。

[0004] 作为具有如上所述的加热器的打印头，例如美国专利第 6019457 号公开了一种后溜 (back chute) 类型的喷墨打印头（此后称为后溜类型打印头），其在喷孔板的液体流路表面上包括液体喷射压力生成部。对于后溜类型的打印头，可以使用通用的半导体制造方法来连续地形成喷孔板或者其一部分、以及布置在基板表面上的液体喷射压力生成部和驱动电路。

[0005] 后溜类型打印头的基板例如通过绝缘硅 (SOI) 技术制造。通过 SOI 技术由绝缘体上的单晶硅半导体层形成的基板使得该基板与在其上制造有普通硅集成电路的体硅 (bulk silicon) 基板相比具有各种优势。在美国专利第 6979076 号中公开了具有此 SOI 基板的后溜类型打印头。

[0006] 用于制造后溜类型打印头的方法如下所述。

[0007] B1. 制备其中具有绝缘层 903 的 SOI 基板 901 的步骤，

[0008] B2. 在基板的相对于绝缘层 903 的前表面中，与要形成液体流路壁的位置对准地形成达到绝缘层 903 的沟的步骤，

[0009] B3. 在基板的前表面上和沟的表面上形成第一蚀刻停止层 920 的步骤（图 8A），

[0010] B4. 在基板表面上的第一蚀刻停止层 920 上形成能量生成元件 906 和用于该能量生成元件 906 的驱动电路的步骤，

[0011] B5. 形成从 SOI 基板的相对于绝缘层 903 的后表面延伸到绝缘层 903 的供给口 908 的步骤，

[0012] B6. 在供给口 908 的内表面上形成第二蚀刻停止层 921 的步骤，

[0013] B7. 选择性地除去蚀刻停止层 921 的与绝缘层 903 相接触的的部分的步骤（图 8B），

[0014] B8. 除去绝缘层 903 的暴露在供给口 908 中的的部分的步骤，

[0015] B9. 通过各向同性蚀刻技术，经由供给口 908 除去基板中由绝缘层 903 和第一蚀刻停止层 920 所围绕的部分的步骤，以及

[0016] B10. 蚀刻第一蚀刻停止层 920 以形成喷射口 910 的步骤（图 8C）。

[0017] 在通过步骤 B1 到 B10 制造的喷墨打印头中,通过蚀刻技术除去由第一蚀刻停止层 920 和绝缘层 903 所围绕的部分,以形成流路 909。

[0018] 此外,通过上述制造方法制造的喷墨打印头必须在形成为液体流路壁的区域中形成第一蚀刻停止层 920。这通常需要光刻步骤、基于 RIE 的蚀刻步骤、以及在内壁上执行的膜形成步骤。这使整个处理复杂。

[0019] 此外,在步骤 B4 中,形成能量生成元件和用于该能量生成元件的驱动电路。因而,所形成的沟必须用第一蚀刻停止层 920 填充,并且沟的宽度必须充分小,例如大约为 $2\mu\text{m}$ 。

[0020] 另一方面,液体流路垂直于基板表面的尺寸、即液体流路的深度优选地至少为 $10\mu\text{m}$ 。所形成的沟需要具有高的长宽比。在这种情况下,沟的形成需要更长的时间,并且可能不具有高的生产率。

发明内容

[0021] 考虑到上述问题而做出了本发明。本发明的一个目的是提供一种喷墨打印头,其所具有的液体流路形状满足所期望的目的,以及提供一种用于制造喷墨打印头的方法。

[0022] 因而,本发明提供一种用于制造喷墨打印头的方法,该喷墨打印头包括:墨喷射口;能量生成元件,其生成用来从喷射口喷射墨的能量;墨流路,其与喷射口连通;以及墨供给口,其与所述流路连通以供给墨,该方法包括:制备 SOI 基板的步骤,该 SOI 基板具有第一硅层、第二硅层、以及设置在第一硅层和第二硅层之间的绝缘层;使用能够相对于硅被选择性蚀刻的材料,以在第一硅层上形成牺牲层的步骤;在牺牲层的上方形成蚀刻停止层的步骤;在 SOI 基板的表面上形成能量生成元件的步骤;对第二硅层和绝缘层的一部分进行除去以形成墨供给口的步骤;在第一硅层上执行蚀刻以形成流路的步骤;以及除去蚀刻停止层的一部分以形成喷射口的步骤。

[0023] 本发明还提供一种用于制造喷墨打印头的方法,该喷墨打印头包括:墨喷射口;能量生成元件,其生成用来从墨喷射口喷射墨的能量;墨流路,其与墨喷射口连通;以及墨供给口,其与所述墨流路连通以供给墨,该方法包括:制备 SOI 基板的步骤,该 SOI 基板具有第一单晶硅层、结晶方向与第一单晶硅层不同的第二硅层、以及设置在第一单晶硅层和第二硅层之间的绝缘层;在所述第一单晶硅层上形成蚀刻停止层的步骤;在所述蚀刻停止层上形成所述能量生成元件的步骤;执行晶体各向异性蚀刻,以使得蚀刻从所述第二硅层向着所述绝缘层进行,以便形成所述墨供给口的步骤;除去所述绝缘层从所述墨供给口暴露出的一部分的步骤,在所述第一单晶硅层上执行晶体各向异性蚀刻以形成所述墨流路的步骤;以及在所述蚀刻停止层的一部分上形成所述墨喷射口的步骤。

[0024] 在上述用于制造喷墨打印头的方法中,形成所述墨供给口的步骤还可以包括在所述第二硅层中形成用于晶体各向异性蚀刻剂的先导孔的步骤。

[0025] 在上述用于制造喷墨打印头的方法中,所述绝缘层可以由氮化硅、碳化硅、或者氧化铝制成。

[0026] 在上述用于制造喷墨打印头的方法中,所述第一单晶硅层可以具有 {110} 面的主面。

[0027] 根据本发明的喷墨打印头使得液体流路能够沿着绝缘层而形成。这使得能够准确地制造供给口和液体流路之间的连通部分,使得能够提供稳定的基板。此外,可以获得具有

满足所期望的目的的液体流路形状的喷墨打印头。

[0028] 从以下对示例性实施例的描述（参照附图）中，本发明的其他特征将变得明显。

附图说明

[0029] 图 1 是示出根据本发明第一实施例的喷墨打印头的图；

[0030] 图 2A 到 2F 是示出制造根据本发明第一实施例的喷墨打印头的处理的图；

[0031] 图 3A 到 3F 是示出制造根据本发明第二实施例的喷墨打印头的处理的图；

[0032] 图 4A 到 4B 是示出根据本发明第二实施例的喷墨打印头的图；

[0033] 图 5A 到 5F 是示出制造根据本发明第三实施例的喷墨打印头的处理的图；

[0034] 图 6A 到 6B 是示出根据本发明第三实施例的喷墨打印头的图；

[0035] 图 7A 到 7B 是示出根据本发明第四实施例的喷墨打印头的图；

[0036] 图 8A 到 8C 是示出制造喷墨打印头的常规方法的图。

具体实施方式

[0037] 以下将参照附图详细描述本发明的实施例。

[0038] （第一实施例）

[0039] 图 1 是示出了根据本实施例的喷墨打印头的部分分解透视图。喷墨打印头 1 具有多个喷射口 2、液体流路 3、多个加热器 4、以及墨供给口 5，它们均形成在硅基板 6 上。墨从墨供给口 5 被馈送到液体流路 3，并且利用设置在各个液体流路 3 中、并且充当能量生成元件的加热器 4 的热能而从喷射口 2 喷射出。能量生成元件 4 不限于加热器，还可以是压电元件等。在本实施例中，每个喷射口 2 被设置在由各能量生成元件 4 围绕、或者被夹在各能量生成元件 4 之间的相应区域中。然而，本发明不限于此。每个喷射口的位置可以邻近相应能量生成元件 4 的一侧。

[0040] 喷墨打印头可以被安装在诸如打印机、复印机、具有通信系统的传真机、具有打印机部的文字处理器、以及复合地组合有处理设备的工业打印设备之类的设备中。该液体喷射头使得能够打印各种打印介质，诸如纸张、纱、纤维、布料、皮革、金属、塑料、玻璃、木材、以及陶瓷。此处所用的术语“打印”意味着不仅将有意义的图像诸如字符或图形、而且将无意义的图像诸如图案施加到打印介质上。

[0041] 术语“墨”或“液体”应该被宽泛地解释，并且其指施加到打印介质上以形成图像和图案等、加工打印介质、或者对墨或打印介质进行处理的液体。在此，对墨或打印介质的处理例如意味着通过使施加到打印介质上的墨中的颜色材料固化或不溶而改善定影能力、改善打印品质或显色特性、或者改善图像持久度。

[0042] 图 2A 到 2F 是示出了用于制造根据本发明第一实施例的喷墨打印头的方法的、沿图 1 的线 IIF-IIF 所取的截面视图。

[0043] 首先，如图 2A 所示，制备直径为 150mm 的 SOI 基板 215，其具有第一单晶硅层 201、绝缘层 203、以及第二单晶硅层 202。在本实施例中，第一单晶硅层 201 的主表面 213 为 {100} 面，并且厚度为 25 μm 。绝缘层 203 是厚度为 0.3 μm 的氧化硅层。第二单晶硅层 202 的主表面 214 为 {100} 面，并且厚度为 600 μm 。

[0044] 图 2A 是示出由第一单晶硅层 201、绝缘层 203、和第二单晶硅层 202 形成的 SOI 基

板 215 的图,其中该第一单晶硅层 201 由主表面 213 为 {100} 面的单晶硅制成,该第二单晶硅层 202 由主表面 214 为 {100} 面的单晶硅制成。

[0045] 接着,根据液体流路的形状,构成牺牲层 204 的铝层被图案化到第一单晶硅层 201 所存在的表面(此后也称为前表面)上。牺牲层 204 在角部分中具有补偿图案,以便使得能够适当地执行如下所述的蚀刻。即,当补偿图案形成在液体流路形成部分和供给口形成部分之间的连通部分中时,例如在形成有作为分隔液体流路的壁的凸缘尖端的部分中,牺牲层可以被成形为如同变窄的平面。

[0046] 在本实施例中,将可溶解于碱的铝用于牺牲层 204。然而,可以使用多孔硅、任何其他晶体硅、非晶硅等。在这些情况下,单次的晶体各向异性蚀刻操作使得能够进行如下所述的将 SOI 基板从 SOI 基板的后表面蚀刻到牺牲层 204 的步骤,以及除去牺牲层 204 以形成液体流路的步骤。

[0047] 牺牲层 204 可以由能够被氟化氢除去的材料制成,诸如氧化硅。绝缘层 203 可以由诸如氮化硅、碳化硅、或者氧化铝之类的无机层;或者不容易被氟化氢除去的材料制成。在这种情况下,氟化氢可以用于除去牺牲层 204 的步骤中,如下所述。

[0048] 然后,充当蚀刻停止层 205 的氮化硅层形成在牺牲层 204 上。然后,执行通用半导体步骤来形成作为生成用于喷射液体的能量的能量生成元件的发热电阻器 206 以及用于它的驱动电路。可以通过诸如电镀之类的涂覆技术在驱动电路上形成另外的膜,以增厚喷孔板。增厚的喷孔板使得能够增大喷射口的长度、以及所喷射的墨的直行性。

[0049] 由氮化硅制成的发热电阻器 206 的保护层 212 形成在最上层上。氧化硅层 207 形成在第二单晶硅层 202 所存在的表面(此后也称为后表面)上。

[0050] 图 2B 示出其上层叠了后表面掩模层 207、第二单晶硅层 204、绝缘层 203、牺牲层 204、蚀刻停止层 205、发热电阻器 206、以及氮化硅层 207 的基板。

[0051] 作为热释放元件的金可以通过在保护层 212 上进行电镀而随后生长成另外的层。在这种情况下,可以通过进行图案化而在喷射口形成位置处设置干膜,并且在电镀生长之后除去该干膜,防止金出现在喷射口形成位置。

[0052] 然后,将环化橡胶树脂施加到基板的前表面,以形成临时保护膜 211。后表面上要形成氧化硅层的供给口的区域被蚀刻掉。对第二单晶硅层 202 进行晶体各向异性蚀刻,并且被蚀刻到绝缘层 203。通过除去第二单晶硅层 202 的一部分和绝缘层 203 的一部分而形成供给口 208。

[0053] 图 2C 是示出其中供给口 208 已形成到绝缘层 203 的基板的图。

[0054] 然后,经由供给口除去绝缘层 203,并且以蚀刻进行到作为牺牲层 204 的铝层的方式对第一单晶硅层 201 进行晶体各向异性蚀刻。

[0055] 图 2D 是示出其中蚀刻已经进行到牺牲层 204 的基板的图。

[0056] 继续蚀刻以除去牺牲层 204,同时沿着牺牲层 204 的图案形成液体流路。

[0057] 图 2E 是示出如下的基板的图,在该基板中,已经沿着牺牲层 204 的图案形成了底表面由绝缘层 203 形成的液体流路 209。在这种情况下,液体流路的底表面由绝缘层 203 形成,或者液体流路的侧表面由(111)面形成。

[0058] 最终,使用二甲苯除去环化橡胶,并且通过 RIE 蚀刻作为蚀刻停止层 205 的氮化硅层以形成喷射口。

[0059] 图 2F 是示出已经形成了喷射口 210 的基板的图。

[0060] (第二实施例)

[0061] 图 3A 到 3F 是示出用于制造根据本发明第二实施例的喷墨打印头的方法的截面视图。该截面与图 2A 到 2F 的相同。本实施例对应于其中 SOI 基板中的两个单晶硅层具有不同结晶方向的示例。

[0062] 首先,制备直径为 150mm 的 SOI 基板 314,其通过层叠第一单晶硅层、绝缘层、以及第二单晶硅层而制造。在本实施例中,第一单晶硅层 301 的主表面 312 为 {100} 面,并且厚度为 $25\text{ }\mu\text{m}$ 。绝缘层 303 是厚度为 $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 的氧化硅层。第二单晶硅层 302 的主表面 313 为 {110} 面,并且厚度为 $600\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0063] 图 3A 是示出由第一单晶硅层 301、绝缘层 303、和第二单晶硅层 302 形成的 SOI 基板 314 的图,其中该第一单晶硅层 301 由主表面 312 为 {100} 面的单晶硅制成,该第二单晶硅层 302 由主表面 313 为 {100} 面的单晶硅制成。

[0064] 接着,根据液体流路的形状,构成牺牲层 304 的铝层被图案化到第一单晶硅层 301 所存在的表面(此后也称为前表面)上。牺牲层 304 在角部分中具有补偿图案,以便使得能够适当地执行如下所述的蚀刻。即,当补偿图案形成在液体流路形成部分和供给口形成部分之间的连通部分中时,例如在形成作为分隔液体流路的壁的凸缘尖端的部分中,牺牲层可以被成形为如同变窄的平面。

[0065] 牺牲层的材料与第一实施例中的相同。

[0066] 接着,在牺牲层 304 上形成充当蚀刻停止层 305 和绝缘层这二者的氮化硅层。接着,执行通用半导体步骤来形成作为生成用于喷射液体的能量的能量生成元件的发热电阻器 306 以及用于它的驱动电路。可以通过诸如电镀之类的涂覆技术在驱动电路上形成另外的膜,以增厚喷孔板。增厚的喷孔板使得能够增大喷射口的长度、以及所喷射的墨的直行性。

[0067] 氮化硅层形成在最上层上。氧化硅层 307 形成在第二单晶硅层 302 所存在的表面(此后也称为后表面)上。

[0068] 对于驱动电路,可以在第一单晶硅层 301 上设置 MOS 晶体管。

[0069] 图 3B 示出其上层叠了后表面掩模层 307、第二单晶硅层 302、绝缘层 303、牺牲层 304、蚀刻停止层 305、发热电阻器 306、以及氮化硅层 307 的基板。

[0070] 金可以通过电镀而随后生长成另外的层。在这种情况下,可以通过进行图案化而在喷射口形成位置处设置干膜,并且在电镀生长之后除去该干膜,防止金出现在喷射口形成位置。

[0071] 然后,将环化橡胶树脂施加到基板的前表面,以形成临时保护膜(未示出)。后表面上要形成氧化硅层的供给口的区域被蚀刻掉。接着,在图案的角部分通过激光形成向下延伸到绝缘层附近的先导孔 311。该先导孔在后述的晶体各向异性蚀刻期间充当各向异性蚀刻剂的流路。先导孔提高蚀刻速率,并且使得蚀刻能够从先导孔的内表面开始。先导孔因而使得能够确定蚀刻开始表面。以蚀刻进行到绝缘层 303 的方式对第二单晶硅层 302 进行晶体各向异性蚀刻,以形成供给口。

[0072] 图 3C 是示出其中已形成供给口 308 的基板的图。

[0073] 然后,经由供给口 308 除去绝缘层 303,并且以蚀刻进行到作为牺牲层 304 的铝层

的方式对第一单晶硅层 301 进行晶体各向异性蚀刻。

[0074] 图 3D 是示出其中蚀刻已经进行到牺牲层 304 的基板的图。

[0075] 继续蚀刻以除去牺牲层 304,同时沿着牺牲层 304 的图案形成液体流路。此时,液体流路的底表面由绝缘层形成。

[0076] 图 3E 是示出如下的基板的图,在该基板中,已经沿着牺牲层 304 的图案形成了液体流路 309。

[0077] 最终,使用二甲苯除去环化橡胶,并且通过 RIE 蚀刻作为蚀刻停止层 305 的氮化硅层以形成喷射口。

[0078] 图 3F 是示出已经形成了喷射口 310 的基板的图。

[0079] 图 4A 和 4B 是根据参照图 3A 到 3F 所描述的本实施例的喷墨打印头的顶视图和截面视图(与图 2A 到 2F 相同);该截面视图是沿虚线 IIF-IIF 所取的。附图标记 311 表示第二单晶硅层中所形成的先导孔所曾经存在的位置。第二单晶硅层 302 的主表面 313 为 {100} 面。供给口 308 的至少两个侧表面 315、316 实质上由垂直于基板的 (111) 面制成。这使得能够密集地布置若干个供给口 308。这使得能够降低打印头的尺寸。如果要从单个硅晶片获得多个打印头,则可以获得更多打印头。因此,可以改善生产率。此外,如图 4A 和 4B 中的顶视图(喷射口形成表面)所示,供给口 308 的沟的端部是先导孔 311 在蚀刻之前先前形成的位置。即,可以通过在蚀刻之前形成先导孔 311 来限定蚀刻的形状。

[0080] 第一单晶硅层 301 的主表面 312 为 {100} 面。液体流路 309 至少具有三个实质上由 (111) 面制成的侧表面(例如 317、318、319)。

[0081] 如果驱动电路在第一单晶硅层 301 中包括 MOS 晶体管,则由于电子移动性,设置为主表面为 {100} 面的单晶硅上的 MOS 晶体管可以具有减小的表面积。这进一步使得能够降低打印头的尺寸。

[0082] 本实施例使用主表面 312 为 {100} 面的第一单晶硅层 301 和主表面 313 为 {110} 面的第二单晶硅层 302。然而,可以使用主表面为 {110} 面的第一单晶硅层和主表面为 {100} 面的第二单晶硅层。即,只需通过将主表面为 {110} 面的单晶硅用于第一单晶硅层 301 和第二单晶硅层 302 中至少之一来形成与基板垂直的 (111) 面。通过将主表面为 {110} 面的单晶硅层用于第一单晶硅层,当通过蚀刻形成液体流路时,可以形成垂直于基板的 (111) 面。这使得能够密集地布置喷射口,允许打印头中的每个喷射口的表面面积减小。

[0083] (第三实施例)

[0084] 在第二实施例中,第一和第二单晶硅层的主表面分别为 {100} 面和 {110} 面。然而,本发明不限于此种单晶硅层的组合。

[0085] 在本实施例中,第一单晶硅层的主表面为 {110} 面,并且第二单晶硅层的主表面为 {110} 面。这使得能够密集地布置液体流路。

[0086] 图 5A 到 5F 是示出用于制造根据本发明第三实施例的喷墨打印头的方法的截面视图,并且该截面图与图 2A 到 2F 相同。

[0087] 图 5A 是示出由第一单晶硅层 501、绝缘层 503、和第二单晶硅层 502 形成的直径为 150mm 的 SOI 基板的图,其中该第一单晶硅层 501 的主表面 512 为 {110} 面,并且厚度为 25 μm ,该第二单晶硅层 502 的主表面 513 也为 {110} 面,并且厚度为 600 μm 。

[0088] 图 5B 示出如同第一实施例中一样在其上层叠了后表面掩模层 507、第二单晶硅层

502、绝缘层 503、牺牲层 504、蚀刻停止层 505、发热电阻器 506、以及氮化硅层的基板。

[0089] 图 5C 是示出其中在第一单晶硅层 501 中已形成供给口 508 的基板的图。

[0090] 图 5B 到 5F 是示出形成液体流路 509 的步骤的图。如图 5E 所示,通过蚀刻形成液体流路 509,其中该液体流路 509 的侧表面 515 关于基板表面倾斜大约 15° 。

[0091] 图 6A 是根据参照图 5A 到 5F 所描述的本实施例的基板的顶视图和截面视图;图 6B 是沿图 6A 的虚线 IIF-IIF 所取的截面图。附图标记 511 表示形成在第二单晶硅层中的先导孔曾经存在的位置。

[0092] 液体流路 509 至少具有两个实质上由 (111) 面构成的平行的侧表面 515、518。在这种情况下,选择每个层的结晶方向,使得 (111) 面构成供给口 508 的侧表面 516、517 以及液体流路之间的壁。这使得能够制造尺寸减小、并且液体流路密集布置的打印头。

[0093] (第四实施例)

[0094] 根据本实施例的基板对应于根据第二实施例的基板,在第二实施例中,在图 3A 的状态下,从第一单晶硅层 301 到绝缘层 303 形成先导孔。在牺牲图案的角部所要定位的部分中、以及第一单晶硅层中直接位于供给口正上方的一部分中,通过激光、RIE、离子铣 (ion milling) 等形成向下延伸到绝缘层附近的先导孔。特别地,这使得能够按照期望成形液体流路的底表面和内表面。

[0095] 根据第二实施例的液体流路由垂直于基板表面的 (111) 面和关于基板表面倾斜大约 15° 的 (111) 面形成。在本实施例中,还形成和使用先导孔以确定蚀刻开始表面。结果,可以使根据第二实施例的关于基板表面倾斜大约 15° 的 (111) 面垂直于基板表面。

[0096] 图 7A 和 7B 是根据本实施例的喷墨打印头的顶视图和截面视图;该截面视图是沿虚线 IIF-IIF 所取的。附图标记 711 表示形成在第二单晶硅层中的先导孔曾经存在的位置。附图标记 712 表示形成在第一单晶硅层中的先导孔曾经存在的位置。先导孔 712 的形成使得与关于图 6 所示的基板表面倾斜大约 15° 的 (111) 面对应的液体流路的壁表面,如同图 7 所示的壁表面 715 那样垂直于基板表面。这使得能够缩短液体流路长度,而液体流路的体积不变。并且,这使得能够进一步减小打印头的尺寸。

[0097] 虽然已经参照示例性实施例描述了本发明,但是应该理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。以下权利要求的范围应被给予最宽的解释,以便涵盖所有这种变形以及等同结构和功能。

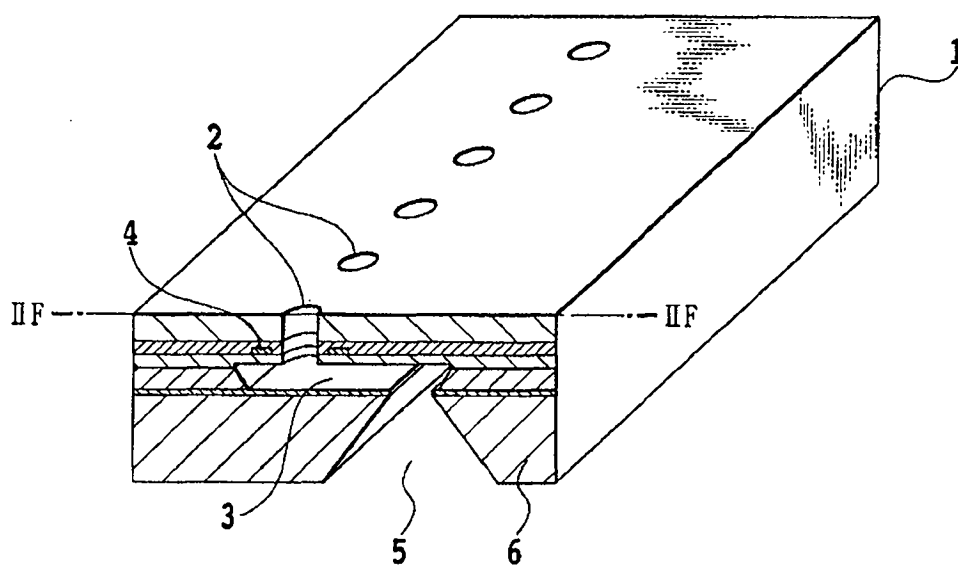


图 1

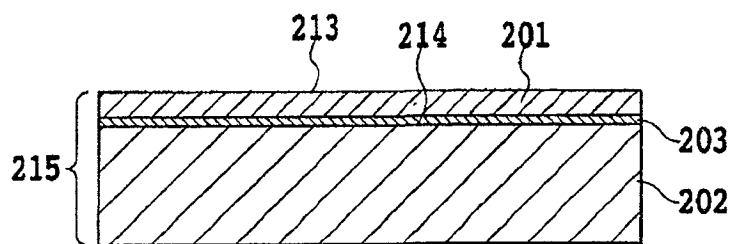


图 2A

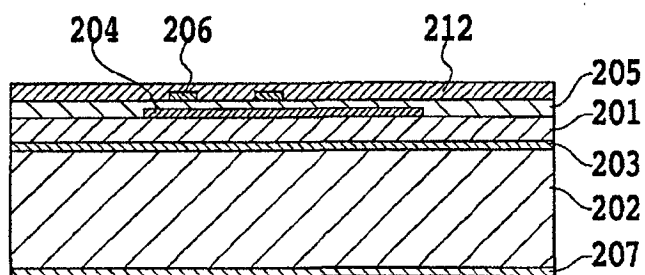


图 2B

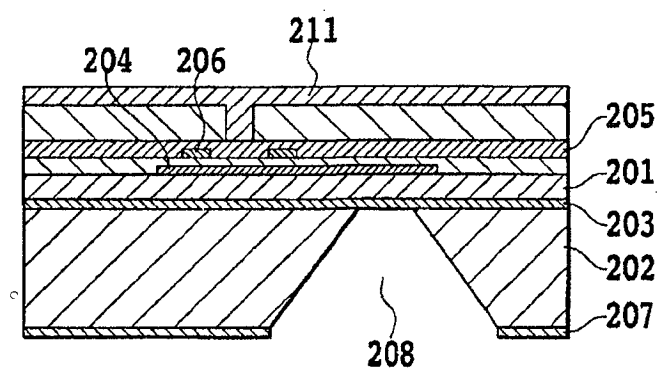


图 2C

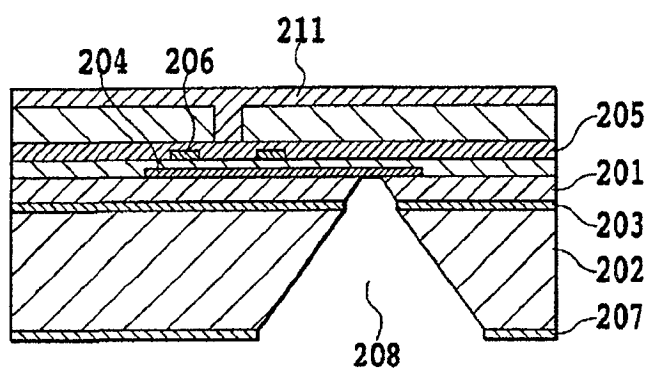


图 2D

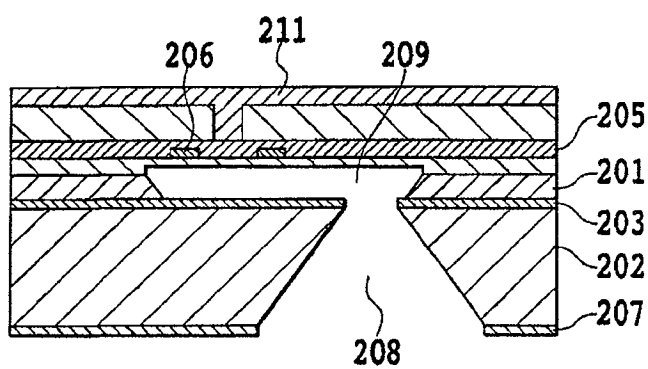


图 2E

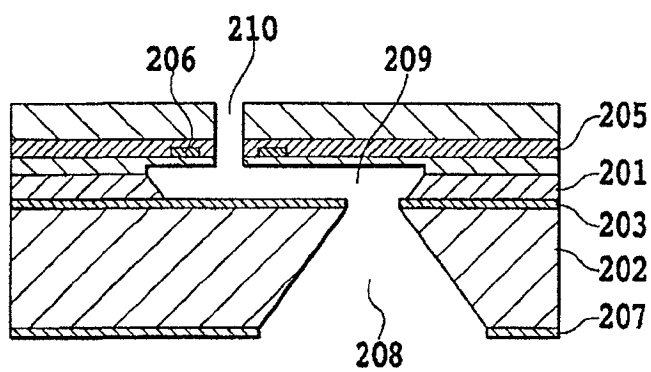


图 2F

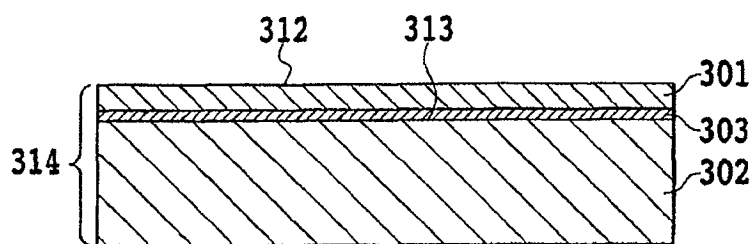


图 3A

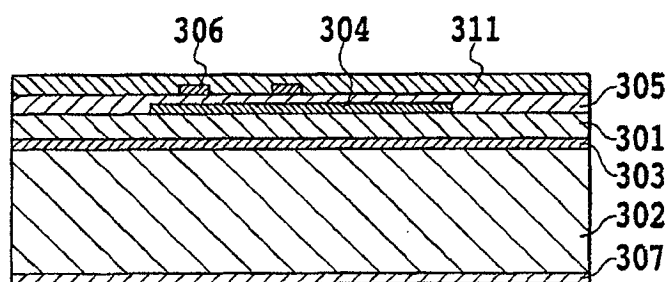


图 3B

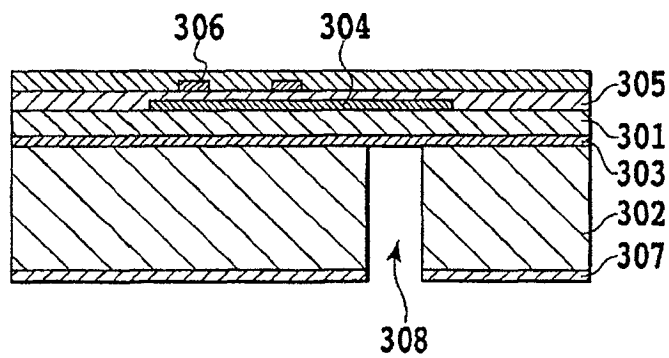


图 3C

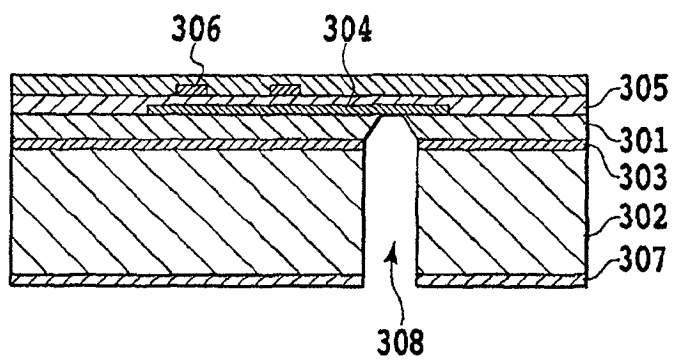


图 3D

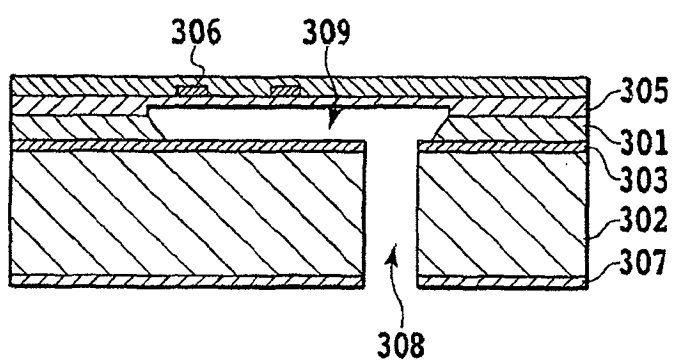


图 3E

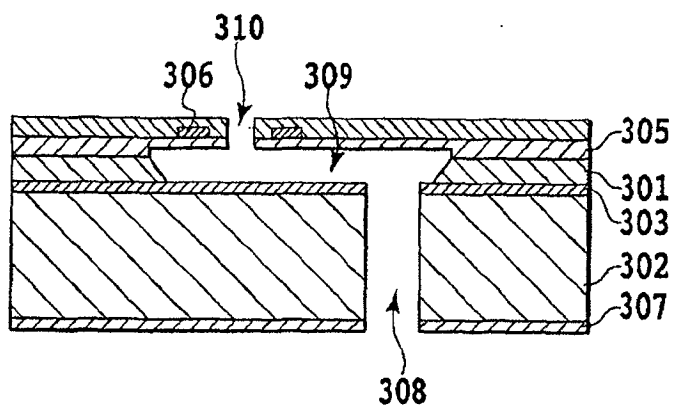


图 3F

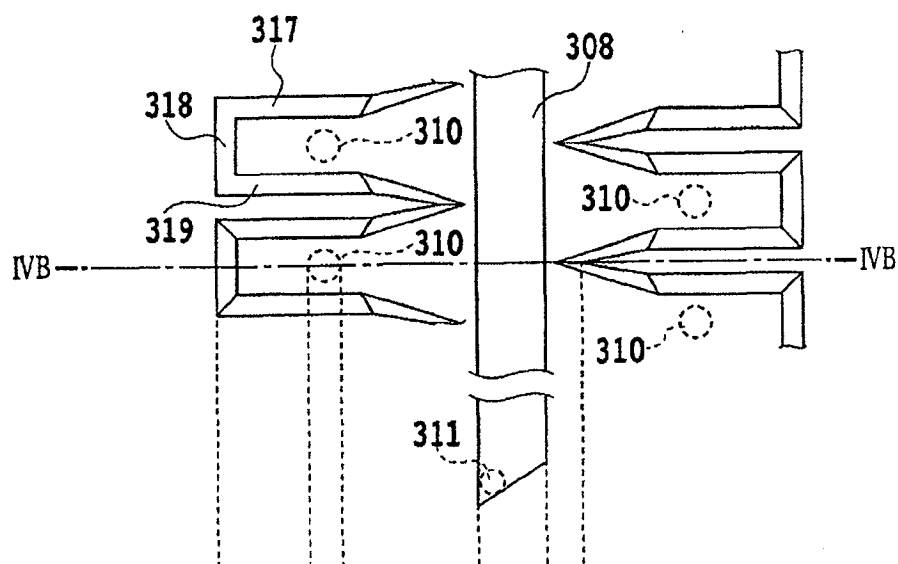


图 4A

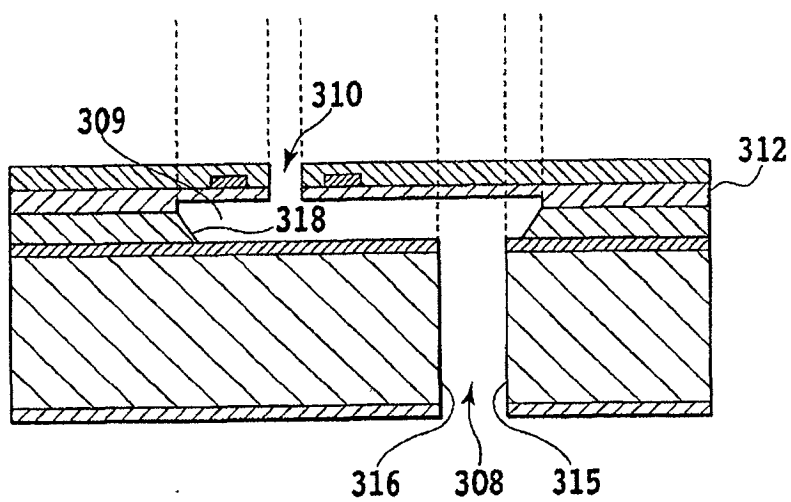


图 4B

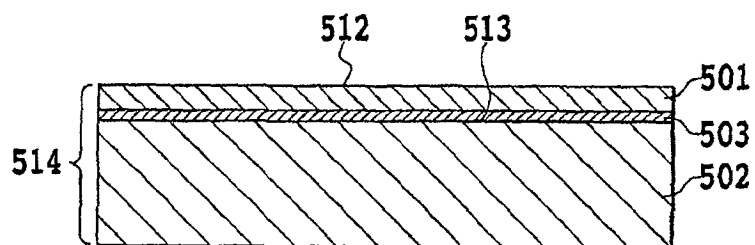


图 5A

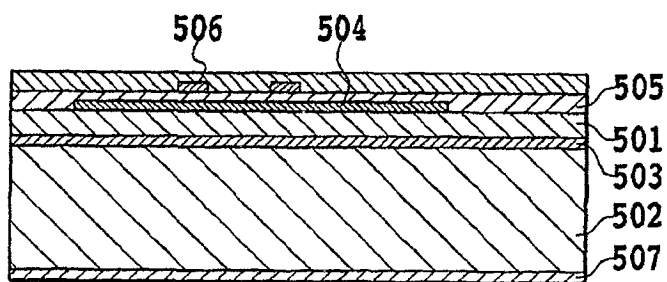


图 5B

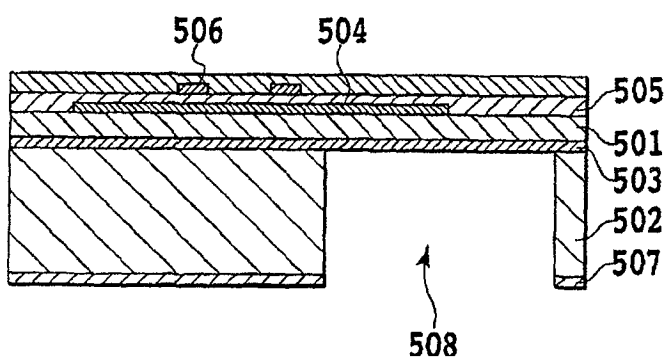


图 5C

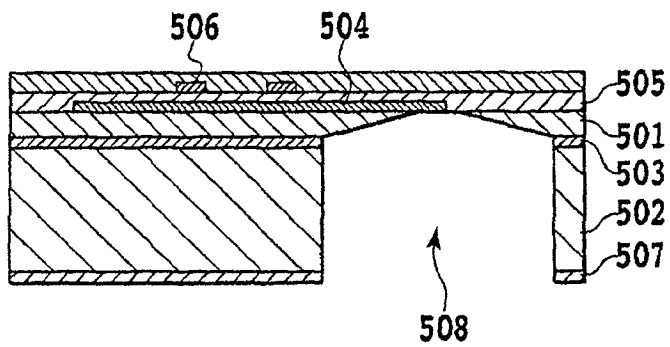


图 5D

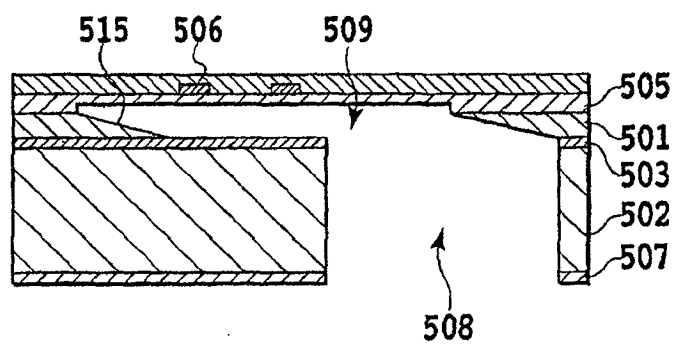


图 5E

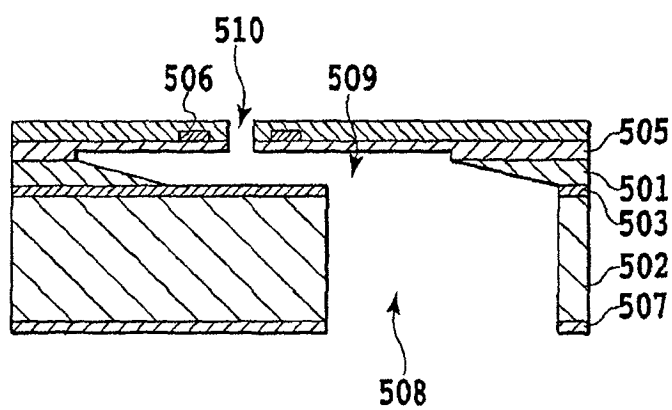


图 5F

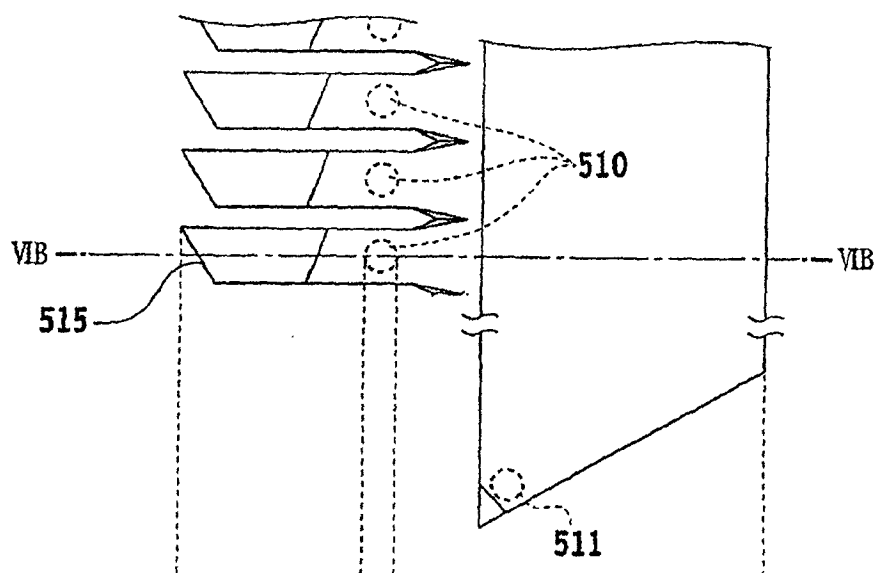


图 6A

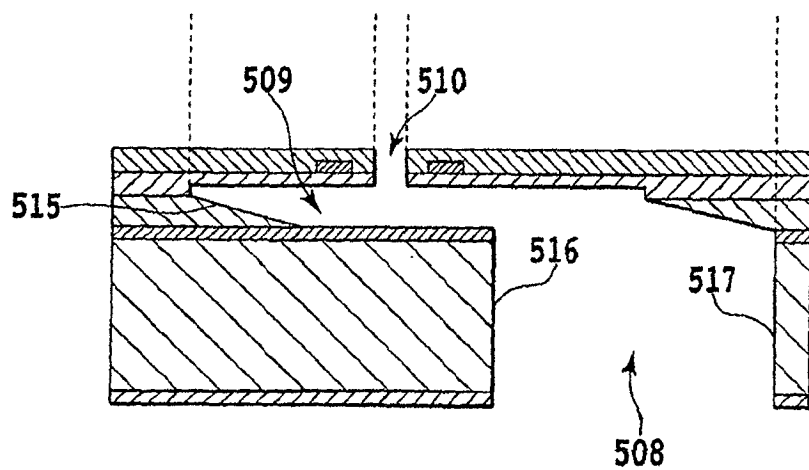


图 6B

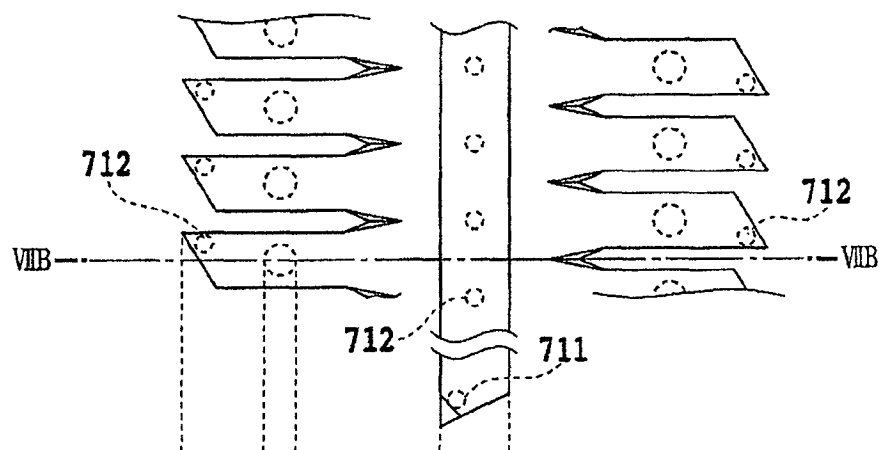


图 7A

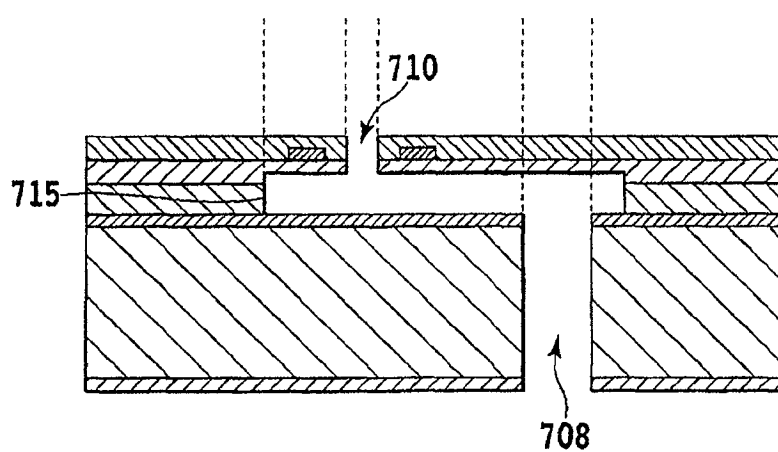


图 7B

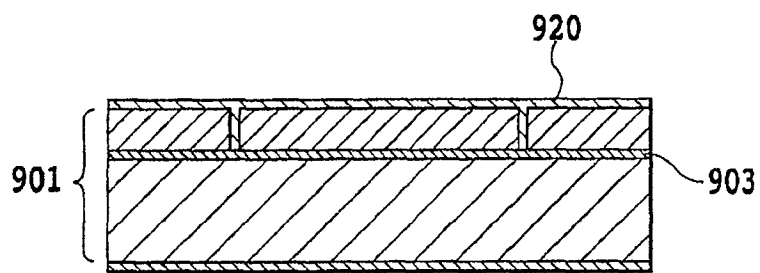


图 8A

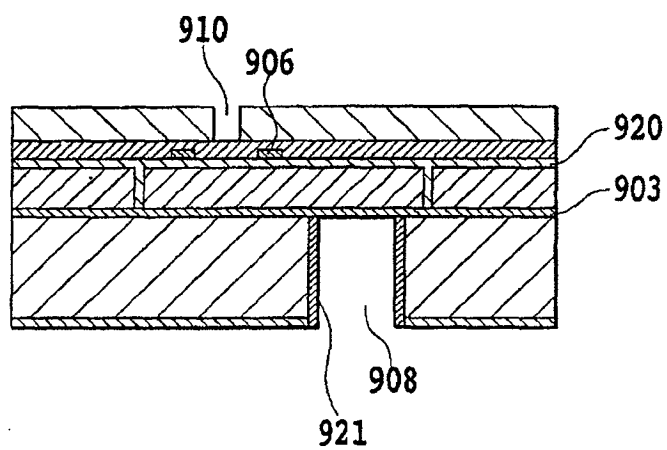


图 8B

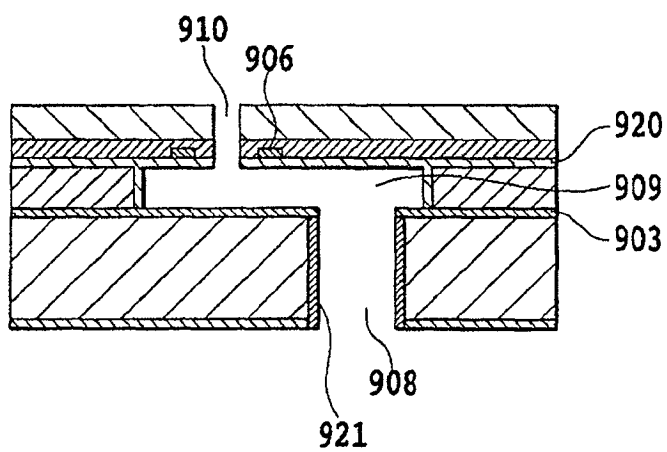


图 8C