



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101927604 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 29

(21) 申请号 201010205941. 0

(22) 申请日 2010. 06. 17

(30) 优先权数据

2009-144149 2009. 06. 17 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 加藤雅隆 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 康建忠

(51) Int. Cl.

B41J 2/16(2006. 01)

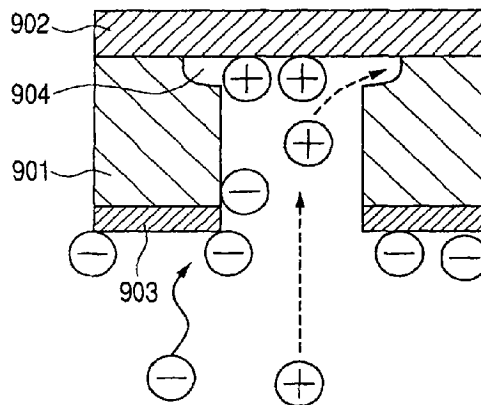
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于制造液体排出头的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种制造液体排出头的方法，包括：设置在第一表面上具有绝缘层并在作为第一表面的背面的第二表面上具有带有多个开口的蚀刻掩模层的硅基板，其中，绝缘层被设置在从与开口相对的位置到与掩模层的相邻的开口之间的部分相对的位置的区域中；和通过蚀刻硅基板的硅部分以使得蚀刻的区域到达绝缘层的与开口相对的部分，形成孔，其中，设置在相邻的孔之间的硅壁被蚀刻，使得其第一表面侧的部分可比其第二表面侧的部分薄。



1. 一种具有在第一表面侧具有产生用于排出液体的能量的能量产生元件的硅基板和用于向能量产生元件供给液体的供给口的液体排出头用的基板的制造方法,包括依此次序的以下步骤:

提供在第一表面上具有由绝缘材料构成的绝缘层并在作为第一表面的背面的第二表面上具有带有多个开口的蚀刻掩模层的硅基板,其中,绝缘层被设置在从与所述开口内部相对的位置到与掩模层的相邻的开口之间的部分相对的位置的区域中;和

在使用蚀刻掩模层作为掩模的同时,通过用反应离子蚀刻技术从多个开口蚀刻硅基板的硅部分以使得蚀刻的区域达到绝缘层的与开口内部相对的部分,形成与多个相邻的开口对应的要成为供给口的孔,其中,通过反应离子蚀刻技术蚀刻被设置在相邻的孔之间的硅壁,使得所述硅壁的第一表面侧的部分能够比其的第二表面侧的部分薄。

2. 根据权利要求1的方法,其中,通过反应离子蚀刻技术蚀刻硅基板,使得相邻的孔在第二表面侧由壁相互分隔开,并且在第一表面侧相互连通。

3. 根据权利要求1的方法,其中,在反应离子蚀刻技术中使用的蚀刻气体包含具有氟原子的化合物。

4. 根据权利要求3的方法,其中,所述蚀刻气体包含 SF_6 气体、 CF_4 气体、 C_4F_8 气体和 CHF_3 气体中的至少一种。

5. 根据权利要求1的方法,其中,硅壁的第一表面侧的部分通过开槽效应变薄。

用于制造液体排出头的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于制造排出液体的液体排出头的方法。

背景技术

[0002] 关于用于制造液体排出头的方法的一个例子,日本专利申请公开 No. H10-138478 公开了如下这样的方法,该方法各向异性地蚀刻具有面取向 {110} 的硅基板以在硅基板中形成多个作为通孔的供给口,并同时使用残留于供给口之间的硅部分作为梁。可以认为,通过提供梁来缓解由于在硅基板中提供的通孔导致的强度的降低。

[0003] 但是,在上述的方法中,具有相同的宽度的梁在从硅基板的背面到其正面的区域中将多个供给口相互分隔开。因此,由于梁的存在,不能充分地保证供给口部分的体积 (volume),并且,液体的再填充会变得不足。

发明内容

[0004] 出于这种原因,本发明的一个目的是提供可用于机械强度和再填充性能优越的液体排出头的基板的制造方法。

[0005] 一种具有在第一表面侧具有产生用于排出液体的能量的能量产生元件的硅基板和用于向能量产生元件供给液体的供给口的液体排出头用的基板的制造方法,包括依此顺序的以下步骤:

[0006] 设置在第一表面上具有由绝缘材料构成的绝缘层并在作为第一表面的背面的第二表面上具有带有多个开口的蚀刻掩模层的硅基板,其中,绝缘层被设置在从与所述开口内部相对的位置到与掩模层的相邻的开口之间的部分相对的位置的区域中;和

[0007] 在使用蚀刻掩模层作为掩模的同时,通过用反应离子蚀刻技术从多个开口蚀刻硅基板的硅部分以使得蚀刻的区域达到绝缘层的与开口内部相对的部分,形成与多个相邻的开口对应的要成为供给口的孔,其中,通过反应离子蚀刻技术蚀刻被设置在相邻的孔之间的硅壁,使得其第一表面侧的部分可比其第二表面侧的部分薄。

[0008] 根据本发明,可制造机械强度和再填充性能优越的液体排出头用的基板。

[0009] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0010] 图 1A、图 1B、图 1C、图 1D、图 1E、图 1F、图 1G 和图 1H 是示出根据本发明的一个实施例的液体排出头用的基板的制造过程的一个例子的示意性截面图。

[0011] 图 2 是示出根据本发明的一个实施例的液体排出头用的基板的制造过程中的状态的示意图。

[0012] 图 3 是示出根据本发明的一个实施例的液体排出头用的基板的制造过程中的状态的示意图。

[0013] 图 4A、图 4B、图 4C、图 4D、图 4E、图 4F、图 4G 和图 4H 是示出根据本发明的一个实

施例的液体排出头用的基板的制造过程的一个例子的示意性截面图。

[0014] 图 5 是示出根据本发明的一个实施例的液体排出头用的基板的制造过程中的状态的示意图。

[0015] 图 6 是示出根据本发明的一个实施例的液体排出头用的基板的制造过程中的状态的示意图。

[0016] 图 7A、图 7B、图 7C、图 7D、图 7E、图 7F 和图 7G 是示出根据本发明的一个实施例的液体排出头用的基板的制造过程的一个例子的示意性截面图。

[0017] 图 8 是示出根据本发明的一个实施例的液体排出头用的基板的制造过程的一个例子的示意性截面图。

[0018] 图 9 是用于描述在干法蚀刻步骤中出现的开槽 (notching) 现象的截面图。

[0019] 图 10 是示出根据本发明的液体排出头的一个例子的示意性透视图。

[0020] 图 11 是示出根据本发明的液体排出头的一个例子的示意性截面图。

[0021] 图 12 是示出根据本发明的液体排出头的一个例子的示意性截面图。

[0022] 图 13 是示出根据本发明的液体排出头的一个例子的示意性截面图。

[0023] 图 14A 和图 14B 是用于描述蚀刻步骤中的状态的示意性截面图。

具体实施方式

[0024] 现在根据附图详细描述本发明的优选实施例。

[0025] 本发明提供了一种液体排出头用的基板的制造方法, 该液体排出头具有在硅基板中形成的多个液体供给口, 和由硅基板的材料形成并在相邻的液体供给口之间形成的梁。沿基板的纵向形成多个液体供给口。梁形成为使基板的长侧边相互连接。由于梁被设置在液体供给口中, 因此, 基板的变形可被抑制, 并且排出口的未对准可减少。梁还可增加机械强度, 并可避免操作和安装中的破损。

[0026] 上述的梁形成为好象沉入 (drop) 硅基板中。换句话说, 梁形成为与硅基板的表面具有间隔, 并且, 由梁的上部和硅基板的表面提供了台阶 (step)。由于梁形成为好象沉入硅基板中, 因此液体排出头的再填充性能可提高。因此, 具有待根据本发明制造的基板的液体排出头可适当地打印字符, 并可以高精度和高速度记录字符。

[0027] 在本发明中, 通过利用反应离子蚀刻技术从背面蚀刻硅基板直至蚀刻孔到达具有绝缘性能的蚀刻停止层 (以下, 也称为绝缘层) 的操作, 形成多个液体供给口。然后, 通过利用反应离子蚀刻技术在具有绝缘性能的蚀刻停止层的下侧面中进一步将硅基板部分开槽和去除硅基板部分以使得相邻的液体供给口相互连通的操作, 形成梁。

[0028] 这里, 参照图 9 描述本发明的原理。在图 9 中, 在硅基板 901 的表面上形成诸如硅氧化物膜和硅氮化物膜的具有高的关于蚀刻气体的蚀刻选择比并且具有绝缘性能的蚀刻停止层 902。另外, 在硅基板 901 的背面上形成具有开口部分的蚀刻掩模 903。如图 9 所示, 当通过反应离子蚀刻技术从硅基板 901 的背面蚀刻硅基板 901 时, 由于图 9 所示的静电电荷, 硅基板 901 在硅基板 901 和具有绝缘性能的蚀刻停止层 902 之间的界面中向着侧面方向被蚀刻 (开槽)。在图 9 中, 示出通过由于开槽去除硅基板部分形成的空间 904。

[0029] 在本发明中, 通过对于硅基板应用该原理, 挖掘基板并形成梁。以下更加详细地描述该过程。通过反应离子蚀刻技术从硅基板的背面向着具有绝缘性能的蚀刻停止层蚀刻该

硅基板,然后该硅基板由于导致的开槽现象被沿横向蚀刻。当沿横向的蚀刻反应进一步进行时,相邻的液体供给口相互连通,并可形成梁。根据此方法在硅基板中形成的梁的上部比基板的表面低,这增加了液体流路的截面面积。因此,可降低流动阻力,并可缩短用液体再填充液体排出头所需要的时间段。

[0030] 因此,根据本发明的方法可容易地形成具有其上部比基板的表面低的梁的液体排出头用的基板。

[0031] 绝缘层被布置为使得可通过开槽现象去除多个液体供给口之间的硅基板的上侧,并且相邻的液体供给口可通过形成的空间相互连接。另外,可至少在硅基板的多个区域上形成绝缘层,这些区域中的一个与梁形成区域的上方 (upper side) 对应,这些区域中的另一个与通过蚀刻硅基板直至蚀刻孔到达绝缘层形成的液体供给口的表面开口中的没有形成梁的区域对应。

[0032] 在本发明中,还希望伴随地使用具有导电性的蚀刻停止层。在图 9 中,描述了蚀刻停止层为绝缘层的情况,但是,当蚀刻停止层(以下,也称为导电层)具有导电性时,不出现开槽现象。换句话说,当在硅基板的表面上存在由铝或金制成的与硅基板相比被较少蚀刻并具有高的导电性的蚀刻停止层时,在基板与具有导电性的蚀刻停止层的界面中不出现由离子导致的静电电荷,并且,不出现开槽现象。通过利用此原理,可以在硅基板的表面上在不希望出现开槽现象的部分处形成导电层。换句话说,在已形成导电层的区域中防止由于反应离子蚀刻出现开槽现象,并且,可在已形成绝缘层的区域中导致开槽现象。

[0033] 通过利用导电层和绝缘层以高的精度形成液体供给口和梁,并由此可以以高的精度控制排出能量产生元件和与液体流路连通的液体供给口之间的距离(以下,称为 CH 距离),这使排出频率特性均匀化。

[0034] 此外,与通过利用常规的各向异性蚀刻技术形成液体供给口的开口的情况的尺寸相比,可以用更小的尺寸形成基板的背面上的液体供给口的开口。因此,在背面中可以使用更宽的区域作为粘接区域。

[0035] 以下,参照附图描述本发明的示例性实施例。另外,在以下的描述中,喷墨记录头用的基板可作为液体排出头用的基板的应用例子进行描述。但是,本发明的应用范围不限于喷墨记录头用的基板,本发明还可应用于可用于生物芯片制造和电子电路印刷的应用所用的液体排出头的基板。除了喷墨记录头以外,液体排出头包含例如用于制造滤色器的头。

[0036] (实施例 1)

[0037] 首先,描述根据本发明制造的液体排出头用的基板。在图 10 ~ 13 中示出使用根据本发明制造的基板的喷墨记录头。图 10 是喷墨记录头的透视图,该喷墨记录头的一部分被切除,图 11 是沿图 10 的线 A-A' 切取的截面图。图 12 是梁形成区域中的沿图 10 的线 A-A' 的平行线切取的截面图,图 13 是沿图 10 的线 B-B' 切取的截面图。

[0038] 如图 10 ~ 13 所示,喷墨记录头具有其中形成用于产生用于排出墨(液滴)的压力的多个排出能量产生元件 14 的硅基板 1。硅基板 1 在其上面形成包含用于驱动排出能量产生元件 14 的晶体管的半导体电路、用于电连接记录头与记录装置的体侧的电极焊盘等,但是,为了使附图清晰,在各图中省略它们。喷墨记录头用的基板包含硅基板 1。硅基板 1 在其上面形成排出能量产生元件 14。墨流路 13 与排出口 15 和液体供给口 5 连通,并且由具有排出口 15 的流路形成层(孔口板)11 形成。多个用于向墨流路 13 供给墨的墨供给口

5 在硅基板 1 上形成沿纵向形成行,并且,在墨供给口中的每一个之间形成梁 6。梁 6 形成使得梁的上部从硅基板的表面降低(以便具有台阶)。

[0039] (实施例 2)

[0040] 下面,参照图 1A~3 描述根据本发明的液体排出头用的基板的制造方法。在以下的描述中,描述不在硅基板上形成流路形成层等的情况。但是,本发明不特别限于这种情况,而是可以在硅基板上形成流路形成层等。换句话说,还可以将本发明视为液体排出头的制造方法。

[0041] 图 1A~1H 是用于描述根据本发明的实施例 2 的液体排出头用的基板的制造方法中的每一步骤中的状态的截面图,图 1A~1D 是与上面描述的图 13 对应的截面图。另外,图 1E~1H 是硅基板 1 的背面 50 的截面图。图 2 是示出在硅基板 1 的表面 51 上形成的绝缘层 2 和导电层 3 的布局的示意图。

[0042] 首先,如图 1A 和图 1E 和图 2 所示,在硅基板 1 的表面 51 上形成绝缘层 2 和导电层 3。如图所示,绝缘层 2 和导电层 3 在硅基板 1 上形成使得只有梁形成区域的上部可被开槽。在硅基板 1 上沿纵向至少在多个梁形成区域的上方形成绝缘层 2。在除形成梁的壁面以外的要在后续步骤中形成的液体供给口的壁面的上方形成导电层 3。

[0043] 绝缘层 2 的材料包含硅氧化物和硅氮化物。

[0044] 导电层 3 的材料可使用例如 Al、Ta、TiW、Au 和 Cu 等。

[0045] 可利用通过溅射等制造体积膜并用光刻方法等将体积膜构图的公知方法形成绝缘层 2 或导电层 3。

[0046] 这里,为了在硅基板 1 的表面 51 的附近的部分中导致开槽现象并去除相关的部分中的硅,如图 14A 所示,希望在将通过干法蚀刻被蚀刻的区域中布置绝缘层 2。例如,在图 14A 中,当硅基板 1 的厚度为 $625\ \mu\text{m}$ 时, X 的值可被设为 $4\ \mu\text{m}$ 或更大,可进一步被设为 $10\ \mu\text{m}$ 或更大,并且可更进一步被设为 $15\ \mu\text{m}$ 或更大。在通过利用干法蚀刻去除硅形成的空间 52 中,绝缘层 2 伸入要被干法蚀刻的区域中,这在绝缘层 2 下面引起开槽现象。

[0047] 另外,为了通过导电层防止开槽现象,如图 14B 所示,希望导电层被布置为到达液体排出口的在基板表面上的开口的内侧。例如,在图 14B 中, Y 的值可被设为 $4\ \mu\text{m}$ 或更大,可进一步被设为 $10\ \mu\text{m}$ 或更大,并可更进一步被设为 $15\ \mu\text{m}$ 或更大。

[0048] 然后,如图 1B 和图 1F 所示,在硅基板 1 的背面 50 侧形成蚀刻掩模层 4。蚀刻掩模层 4 具有与液体供给口的在背面上的开口对应的开口部分 53,并且,从该开口部分 53 露出的硅表面变为要在后续的步骤中进行的反应离子蚀刻的开始面。

[0049] 在以上的描述中,形成绝缘层 2 和导电层 3 的步骤和形成蚀刻掩模层 4 的步骤的次序不被特别限制。

[0050] 然后,如图 1C 和图 1G 所示,通过反应离子蚀刻技术从硅基板 1 的背面侧蚀刻硅基板 1,直至蚀刻孔到达绝缘层 2 和导电层 3,并且,形成多个与每个开口部分 53 对应的孔 54。

[0051] 这里,根据本发明的反应离子蚀刻技术是利用离子的定向蚀刻技术,并且,是在提供电荷的同时使粒子撞击要被蚀刻的区域的方法。反应离子蚀刻技术是用加速离子蚀刻基板的方法,并且,装置被分成产生离子的等离子体源和在其中离子蚀刻基板的反应室。例如,当使用可产生高密度的离子的 ICP(感应耦合等离子体)干法蚀刻装置作为离子源时,交替进行涂敷和蚀刻过程(换句话说,沉积/蚀刻过程),并且,与基板垂直地形成液体供给

口。在沉积/蚀刻过程中,例如,可使用 SF_6 气体作为蚀刻气体,并且,例如,可使用 C_4F_8 气体作为涂敷气体。在本发明中,可通过利用 ICP 等离子装置的干法蚀刻技术形成液体供给口,但是,可以使用具有另一类型的等离子体源的干法蚀刻装置。例如,还可使用具有 ECR(电子回旋共振)离子源的装置。

[0052] 优选使用具有氟原子的气体作为用于反应离子蚀刻的蚀刻气体。例如,该气体优选包含 SF_6 气体、 CF_4 气体、 C_4F_8 气体和 CHF_3 气体中的至少一种。也可使用这些气体的混合物。

[0053] 接下来,通过反应离子蚀刻技术进一步蚀刻硅基板,并且,通过开槽效应去除使孔 54 相互分隔开的硅壁部分 55 的绝缘层 2 的下部。由此,壁部分 55 被沿与基板的表面大致平行的方向挖掘。

[0054] 当在这种状态下停止反应离子蚀刻操作时,如图 8 所示,可在硅壁部分 55 的基板表面 51 侧形成凹陷部分,以指向(direct)壁 55 的内部。由此,每个供给口 5 中的液体的流动阻力可降低,这可提高再填充特性。

[0055] 当进一步继续反应离子蚀刻操作时,如图 1D 和图 1H 所示,相邻的孔 54 相互连通,并且,形成被连接以形成一个通路的供给口 5 和梁 6。

[0056] 这里,关于反应离子蚀刻的条件, SF_6 气体的流速可为 $50\text{sccm} \sim 1000\text{sccm}$, C_4F_8 气体的流速可为 $50\text{sccm} \sim 1000\text{sccm}$,并且,气体的压力可为 $0.5\text{Pa} \sim 50\text{Pa}$ 。当将条件控制在这些范围内时,可更有效地导致开槽现象。

[0057] 梁 6 的宽度(液体供给口之间的距离)可被设例如 $5 \sim 100 \mu\text{m}$,并可进一步被设为 $10 \sim 40 \mu\text{m}$ 。当宽度被设为 $20 \mu\text{m}$ 或更小时,相邻的液体供给口可更容易地通过开槽效应相互连通。当宽度被设为 $10 \mu\text{m}$ 或更大时,可有效地增强基板的机械强度。

[0058] 图 3 是示出其中已通过开槽效应形成梁的硅基板的表面上的液体供给口的开口的示意图。被两条虚线包围的区域与形成导电层 3 的部分对应,并且可以在该部分中防止开槽现象。

[0059] 可通过公知的方法去除绝缘层 2 和导电层 3。当导电层由 A1 构成时,例如,可通过磷酸、硝酸和醋酸的混合液体去除导电层。当绝缘层被去除时,供给口 5 被打开。

[0060] (实施例 3)

[0061] 以下,参照图 4A ~ 6 描述根据本发明的实施例 3。图 4A ~ 4H 是用于描述各过程的截面图,图 4A ~ 4D 是与上述的图 13 对应的沿纵向的截面图,图 4E ~ 4H 是从基板的下侧观察的示意图。图 5 是示出在硅基板的表面上形成的绝缘层和导电层的形状的示意图。

[0062] 首先,如图 4A 和图 4E 和图 5 所示,在硅基板 1 上形成绝缘层 2 和导电层 3。如图所示,绝缘层 2 和导电层 3 在硅基板 1 上形成为使得只有梁形成区域的上部可被开槽,并且,在硅基板 1 上,至少在多个梁形成区域的上方形成绝缘层 2。在绝缘层 2 中形成矩形导电层 3。导电层 3 与蚀刻掩模层 4 的开口部分 53 被布置为彼此相对。

[0063] 可以以与实施例 1 类似的方式进行此后的各步骤。图 6 是示出在其中通过开槽效应形成梁的硅基板的表面上的液体供给口的开口的示意图。被虚线包围的区域与导电层 3 对应,并且,可以在相关的部分中防止出现开槽现象。如实施例 2 和实施例 3 所示,可通过导电层和绝缘层的布置控制在其中出现开槽现象的部分。

[0064] (实施例 4)

[0065] 图 7A ~ 7G 是用于描述如下这样的方法的例子的示意性处理图,该方法用于在如实施例 3 描述的那样形成绝缘层 2 和导电层 3 之后,在进一步在其上面形成液体流路模具 10 和流路形成层 11 的状态下形成液体供给口和梁。

[0066] 例如,硅基板 1 的厚度可被设为 200 ~ 725 μm 。另外,可以使用具有晶体取向 (100) 的硅基板。

[0067] 首先,如图 7A 所示,在硅基板 1 上形成绝缘层 2 和导电层 3。

[0068] 通过使用 Al、Ta、TiW、Au 或 Cu 等形成导电层 3 的膜,并且,通过构图形成形状。形成 Al 的膜的方法包含例如溅射方法。构图方法包括:例如,利用基于酚醛清漆的正性抗蚀剂通过光刻过程掩盖导电层 3;通过使用磷酸、硝酸和醋酸的混合液(例如,产品名称 C-6,由 Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd. 制造)蚀刻导电层 3。例如,当导电层由 Ta 构成时,通过溅射方法形成膜,并且,导电层在已被掩盖之后通过 CDE(化学干法蚀刻)被去除。例如,当导电层由 TiW、Au 或 Cu 构成时,可通过镀敷方法形成导电层,该镀敷方法包括:形成籽(seed)层;用抗蚀剂掩盖籽层;和电解镀敷基板。也可通过仅对诸如 TiW 的籽层进行构图的方法形成导电层。

[0069] 绝缘层 2 的材料可使用硅氧化物和硅氮化物等。例如,可在通过上述的方法已形成导电层之后通过 LPCVD(低压化学气相沉积)形成硅氮化物的膜。然后,可通过光刻过程和利用 CF_4 气体的 RIE 形成绝缘层 2。当绝缘层 2 由硅氧化物构成时,可例如通过等离子 CVD 方法形成膜。在通过等离子 CVD 方法形成膜之后,可通过缓冲氢氟酸去除膜。

[0070] 然后,如图 7B 所示,通过旋涂方法,在绝缘层 2 和导电层 3 上溶剂涂敷作为能够洗提的 UV 抗蚀剂的聚甲基异丙烯基酮。该抗蚀剂被曝露于 UV 光并被显影以形成液体流路模具 10。

[0071] 然后,在液体流路模具 10 上施加作为负性抗蚀剂的阳离子聚合型环氧树脂,以形成流路形成层(孔口板)11,其形成液体流路。可通过借助于具有预定的图案的光掩模将负性抗蚀剂曝光并将曝光后的负性抗蚀剂显影,在该负性抗蚀剂中形成排出口(未示出)。也可以以类似的方式去除与电极焊盘部分对应的负性抗蚀剂。

[0072] 然后,如图 7C 所示,在硅基板 1 的背面上形成蚀刻掩模层。蚀刻掩模层可使用例如基于酚醛清漆的正性抗蚀剂作为其材料。也可通过用气相沉积技术或溅射技术形成硅氧化物膜、硅氮化物膜、环氧树脂膜或金属膜,形成蚀刻掩模层的膜。

[0073] 然后,如图 7D 所示,通过用反应离子蚀刻技术从硅基板的背面蚀刻硅基板直至蚀刻孔到达绝缘层 2 和导电层 3,形成孔 54。

[0074] 然后,如图 7E 所示,反应离子蚀刻过程进一步进行,以通过开槽效应去除绝缘层的下部的硅基板的一部分,使相邻的孔 54 相互连通并形成梁 6。通过开槽现象去除相邻的孔 54 之间的壁 55 的接触绝缘层 2 的部分,并由此使相邻的孔 54 相互连通。通过以上的步骤,形成在其中包含梁 6 的供给口 5。在这种情况下,如图 9 所示,绝缘层通过由偏压吸引的离子在硅基板 1 和绝缘层 2 的界面中带静电,因此,硅基板被渐进地向着侧壁方向蚀刻(开槽)。另一方面,导电层 3 在硅基板 1 和导电层 3 的界面中不带静电,因此,不出现开槽现象。

[0075] 然后,如图 7F 所示,暴露出的导电层 3 和绝缘层 2 被去除。关于去除方法,当导电层由 Al 构成时,可例如通过使用磷酸、硝酸和醋酸的混合液去除导电层。在这种情况下,从

去除在开口中露出并具有高的纵横比的 Al 的观点看,希望使用具有尽可能低的粘度的液体来用于去除。当导电层由 Ta 构成时,例如,可通过诸如 CDE 的蚀刻方法去除导电层。当导电层由 TiW 构成时,可使用过氧化氢水或中性氟化铵和硫酸的混合液等作为蚀刻剂。当导电层由 Au 构成时,例如,可使用碘、碘化钾和 IPA 的混合液或氰化钾溶液等作为蚀刻剂。此外,当导电层由 Cu 构成时,例如,可使用硝酸、氟酸等作为蚀刻剂。绝缘层包含硅氧化物或硅氮化物。当绝缘层由硅氧化物构成时,例如,可通过缓冲氢氟酸去除绝缘层。当绝缘层由硅氮化物构成时,例如,可通过使用 CF_4 气体的 CDE 去除绝缘层。

[0076] 然后,如图 7G 所示,去除液体流路模具 10。液体流路模具 10 可例如通过被 UV 照射并被浸入被施加超声波的乳酸甲酯中被去除。

[0077] 此外,尽管没有被特别示出,但是在包含硅基板 1 的硅晶片上可同时形成多个这种基板。最终通过切割从晶片切除基板,并且,可将其用作液体排出头。

[0078] 虽然已参照示例性实施例说明了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这些变更方式和等同的结构和功能。

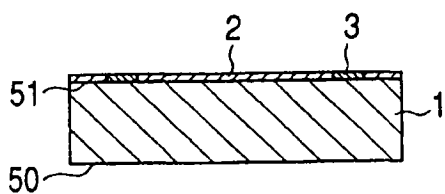


图 1A

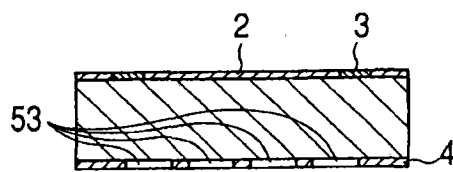


图 1B

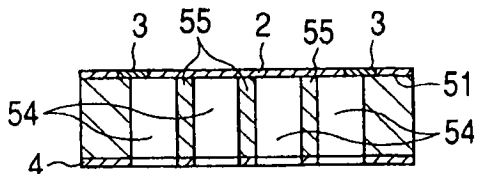


图 1C

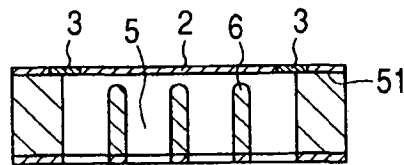


图 1D

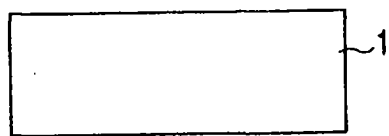


图 1E

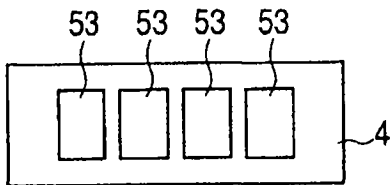


图 1F

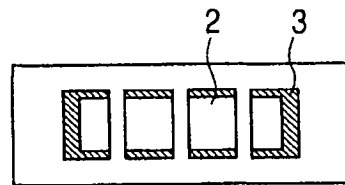


图 1G

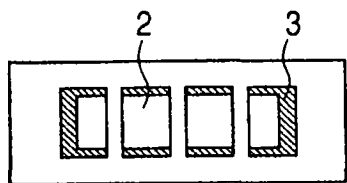


图 1H

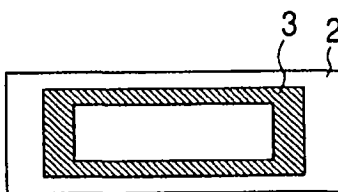


图 2

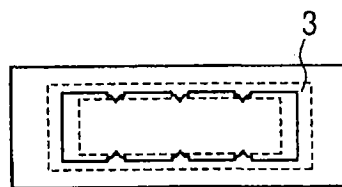


图 3

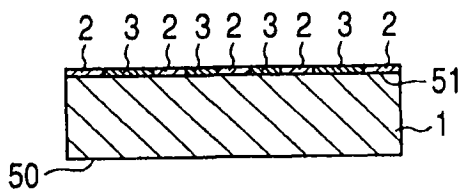


图 4A

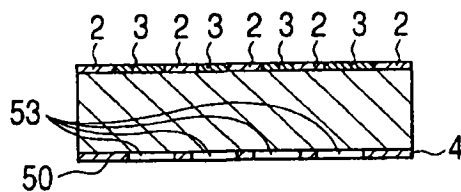


图 4B

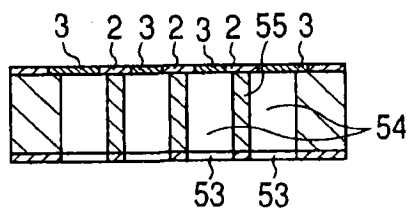


图 4C

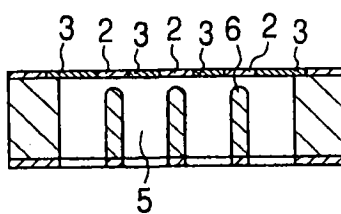


图 4D

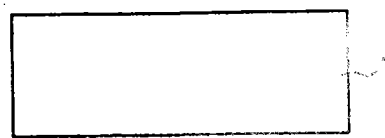


图 4E

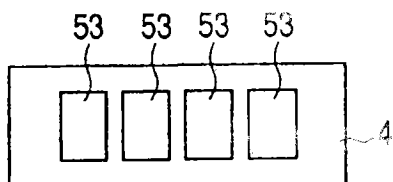


图 4F

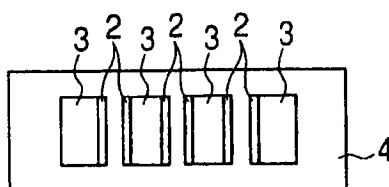


图 4G

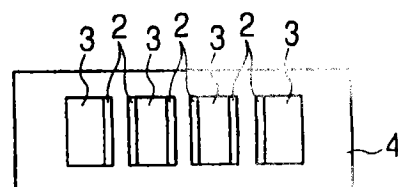


图 4H

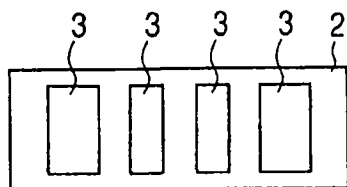


图 5

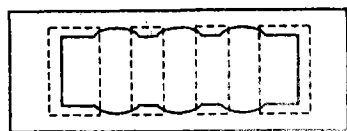


图 6

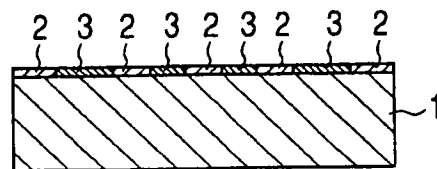


图 7A

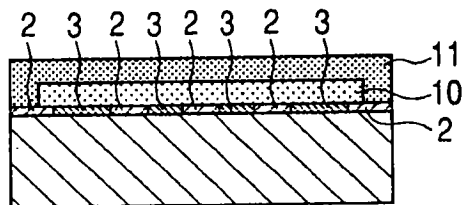


图 7B

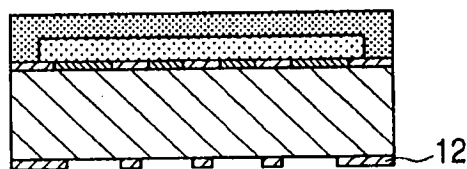


图 7C

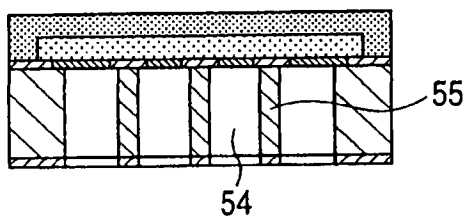


图 7D

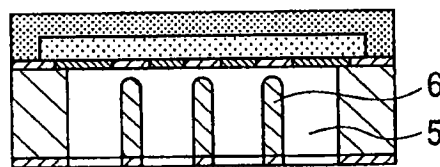


图 7E

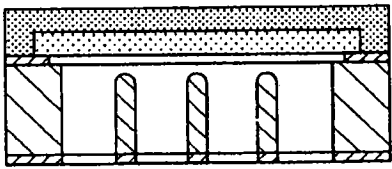


图 7F

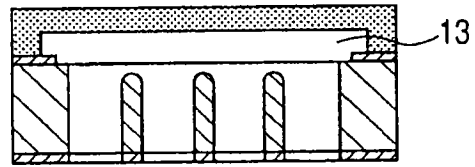


图 7G

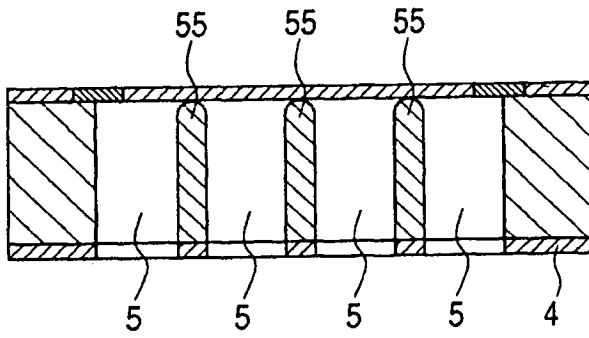


图 8

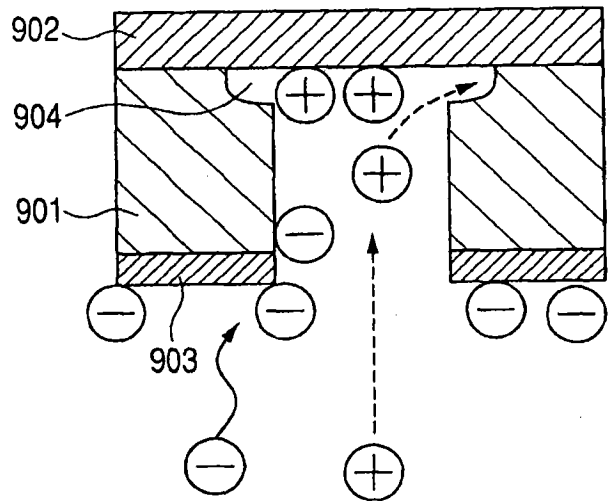


图 9

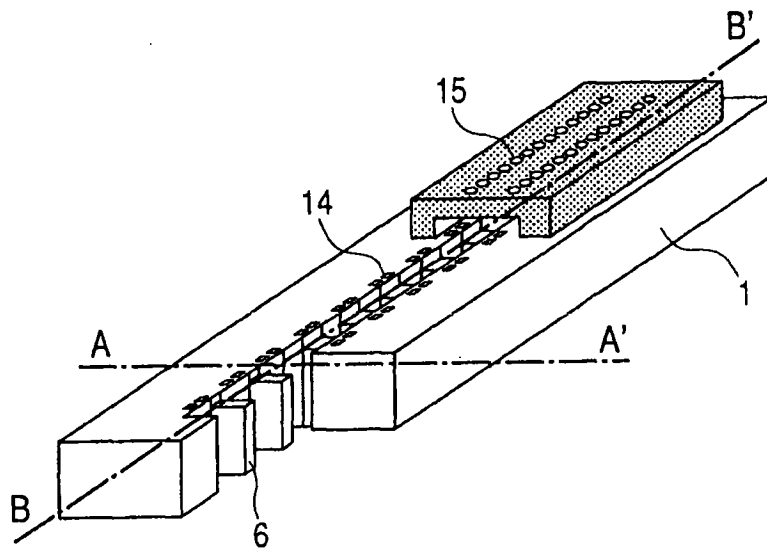


图 10

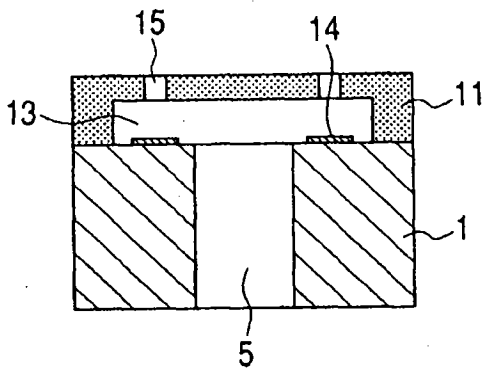


图 11

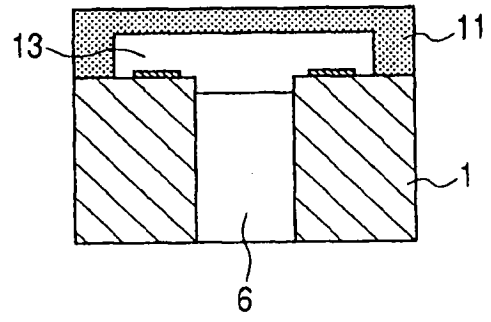


图 12

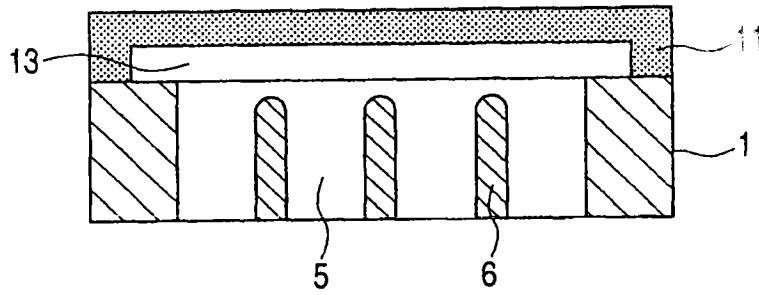


图 13

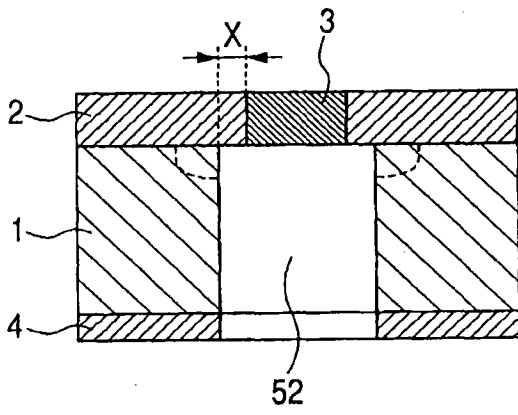


图 14A

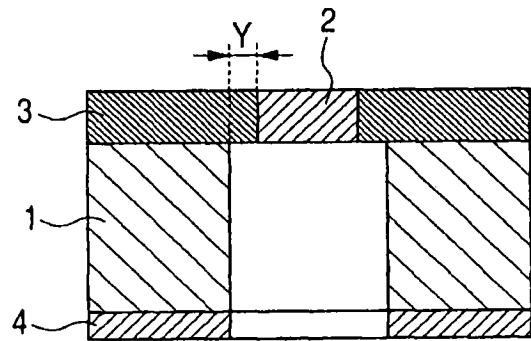


图 14B