



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101415560 B

(45) 授权公告日 2010.12.22

(21) 申请号 200780011362.9
 (22) 申请日 2007.03.26
 (30) 优先权数据
 091775/2006 2006.03.29 JP
 (85) PCT申请进入国家阶段日
 2008.09.27
 (86) PCT申请的申请数据
 PCT/JP2007/056247 2007.03.26
 (87) PCT申请的公布数据
 W02007/116699 JA 2007.10.18
 (73) 专利权人 京瓷株式会社
 地址 日本京都府
 专利权人 兄弟工业株式会社
 (72) 发明人 松元步 日比学
 (74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
 公司 11021
 代理人 李香兰

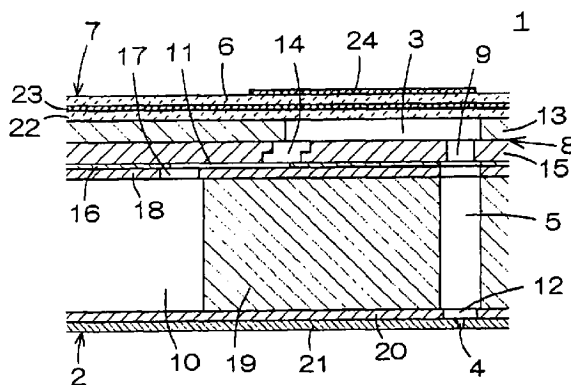
(51) Int. Cl.
 B41J 2/045(2006.01)
 B41J 2/055(2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 1736713 A, 2006.02.22, 全文.
 CN 1453133 A, 2003.11.05, 全文.
 CN 1151941 A, 1997.06.18, 全文.
 EP 1338420 A1, 2003.08.27, 全文.
 JP 特开 2005-144917 A, 2005.06.09, 全文.
 审查员 李艳

权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 9 页

(54) 发明名称
 液体喷出装置

(57) 摘要

提供一种液体喷出装置(1), 其将连接压力室(3)和喷嘴(4)的连通路(5)的从与压力室(3)的边界位置(8)朝向喷嘴(4)的方向的一定长度(L₁)的区域设为狭隘部(9), 狭隘部(9)的开口面积S₁小于比所述区域更靠喷嘴(4)侧的区域的开口面积(S₀), 根据所述液体喷出装置(1), 通过所述狭隘部(9)的功能, 使在连通路(5)内的液体产生的微小振动衰减, 从而能够使具有预先设计的体积或飞翔速度的液滴从基板(2)上的全部喷嘴(4)喷出。



1. 一种液体喷出装置,其包括:

(A) 填充有液体的压力室;

(B) 用于使液体作为液滴喷出的喷嘴;

(C) 连接压力室和喷嘴,并填充有液体的连通路;以及

(D) 压电执行器,其含有压电元件,通过所述压电元件的变形而振动来使压力室的容积增减,由此使所述压力室内的液体振动,并将所述振动通过连通路内的液体传递给喷嘴,使液滴从所述喷嘴喷出,

所述液体喷出装置的特征在于,

连通路的从与压力室的边界位置朝向喷嘴方向的一定长度的区域为狭隘部,所述狭隘部的开口面积小于比所述区域更靠喷嘴侧的区域的开口面积。

2. 如权利要求 1 所述的液体喷出装置,其中,

狭隘部的开口面积为比所述狭隘部更靠喷嘴侧的区域的开口面积的 20 ~ 60%。

3. 如权利要求 1 所述的液体喷出装置,其中,

狭隘部的在连通路的长度方向上的长度为连通路的全长的 10 ~ 20%。

液体喷出装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液体喷出装置。

背景技术

[0002] 液体喷出装置在喷墨打印机或喷墨绘图机等利用喷墨记录方式的记录装置中作为压电喷墨头被广泛应用,所述液体喷出装置在基板的一面上,沿面方向排列并形成有多个填充有液体的压力室,且在所述基板的相反面形成与各压力室分别对应的用于使所述液体形成液滴而喷出的喷嘴,并且各压力室和喷嘴分别由填充有液体的连通路连接,进而,在基板的形成有压力室的一面侧,配设有含有压电元件的压电执行器。

[0003] 在所述液体喷出装置中,在压力室和连通路中填充有液体的状态下,对压电元件施加规定的驱动电压脉冲,当使压电执行器振动,使其反复处于在厚度方向上弯曲变形的状态和解除所述弯曲变形的状态时,伴随于此压力室的容积增减,从而所述压力室内的液体振动,所述振动通过连通路内的液体被传递到喷嘴,在所述喷嘴内形成的液体的弯液面(meniscus)振动,伴随该振动,形成弯液面的液体的一部分形成为液滴被分离,由喷嘴被喷出。并且,在压电喷墨头的情况下,从喷嘴被喷出的液滴(ink滴),飞翔到与所述喷嘴对置配设的纸面,到达纸面,从而在所述纸面上形成字点。

[0004] 迄今考虑到将压力室内的液体的振动尽可能顺利地传递到喷嘴内的弯液面,从而一般地将在所述各部分中的连通路形成为大致一定的开口面积。例如在专利文献1中记载了一种液体喷出装置,其连通路从压力室侧的开口到与喷嘴的连接位置,形成为一定的开口面积,并且,喷嘴从与流通路的连接位置朝向前端以开口面积逐渐变小的方式形成为锥状。

[0005] 但是,通过发明人的研究发现,如在所述专利文献1中记载的技术,在连通路的开口面积大致形成为一定的现有的液体喷出装置中,使压电执行器驱动,通过之前说明了的机械原理,在使液滴从喷嘴喷出时,在连通路内的液体上产生微小振动,所述微小振动,通过重合在压力室内的液体的振动上,形成的液滴的体积或飞翔速度发生变动,因此产生不能使具有预先设计的体积或飞翔速度的液滴从喷嘴喷出的问题。

[0006] 作为其原因,发明人认为是因为,由于连通路的开口面积比喷嘴的开口面积大,被传递到所述连通路内的液体的振动的一部分,如之前说明的那样,被传递到喷嘴内的液体的弯液面,剩余部在喷嘴的入口附近被反射向压力室的方向。即,在喷嘴的入口附近被反射的振动的剩余部,在压力室的内壁面中,在与连通路的入口相对的面之间反复被反射而产生驻波,从而使连通路内的液体微小振动。

[0007] 微小振动的周期主要由将振动反复反射的相对的面之间的距离等决定,且与通过压电执行器的驱动产生的液体的振动的周期相比,是几十分之一到几分之一这样的小的值。但是,所述微小振动当与通过压电执行器的驱动而产生的液体的振动重合时,对应于两振动的位相的错位量,被施加给喷嘴内的液体的弯液面的、喷出用的压力变得过多,或相反变得过少,因此如之前说明的那样,形成的液滴的体积或飞翔速度变动。

[0008] 例如,在通过压电执行器的驱动产生的液体的振动上重合微小振动,由此施加到喷嘴内的液体的弯液面上的喷出用的压力比正常值过多的情况下,若使压电执行器驱动,且使液滴从喷嘴喷出,则容易喷出比规定的液滴微小且飞翔速度高的,所谓排头高速小滴。

[0009] 因压电执行器的驱动产生的液体的振动和微小振动的位相的错位量主要由连通路体的长度等决定,因此从一个喷嘴喷出的液滴的体积或飞翔速度,不会在液体喷出装置的使用途中急剧变动。但是,因加工精度的差异等,液体喷出装置的从在一个基板上形成的多个喷嘴喷出的液滴的体积或飞翔速度,在各喷嘴容易产生差异。并且,在压电喷墨头的情况下,由于产生所述排头高速小滴,或从多个喷嘴喷出的液滴的体积或飞翔速度有差异,从而产生形成画像的画质下降的问题。

[0010] 专利文献:日本特开 2005-144917 号公报(段落 [0029],图 1,图 2)

发明内容

[0011] 本发明的目的在于提供一种液体喷出装置,该液体喷出装置使在连通路内的液体产生的微小振动衰减,从而能够使具有预先设计的体积或飞翔速度的液滴从基板上的全部喷嘴喷出。

[0012] 本发明的液体喷出装置,其特征在于,

[0013] 其包括:(A) 填充有液体的压力室;

[0014] (B) 用于使液体作为液滴喷出的喷嘴;

[0015] (C) 连接压力室和喷嘴,并填充有液体的连通路;以及

[0016] (D) 压电执行器,其含有压电元件,通过所述压电元件的变形而振动来使压力室的容积增减,由此使所述压力室内的液体振动,并将所述振动通过连通路内的液体传递给喷嘴,使液滴从所述喷嘴喷出,

[0017] 并且,连通路的从与压力室的边界位置朝向喷嘴方向的一定长度的区域为狭隘部,所述狭隘部的开口面积小于比所述区域更靠喷嘴侧的区域的开口面积。

[0018] 根据所述本发明,在连通路的与压力室的边界位置上设置开口面积小、流路阻力大的狭隘部,使液体的振动通过所述狭隘部,在压力室和连通路之间传递,由此尤其能够将在连通路内发生的液体的微小振动衰减。因此,如之前说明的那样,在基板的全部的连通路上通过设置所述狭隘部,可以使具有预先设计的体积或飞翔速度的液滴从与所述连通路连通的全部喷嘴喷出。

[0019] 而且,根据本发明,在压力室中,由于不需要设置成为流路阻碍的阻碍部分,因此,在例如层叠形成了作为压力室等的开口的板材、形成了作为连通路的开口的板材以及形成了喷嘴的板材来形成构成液体喷出装置的基板时,即使以现有的加工精度加工各板材,进行对位层叠,也能够确保足够的尺寸精度,尤其,能够防止在压力室和连通路的连接部分的开口面积变动。因此,可以防止因所述开口面积的变动,在使微小振动衰减的效果上产生差别,从而使得液体喷出装置的从在一个基板上形成的多个喷嘴喷出的液滴的体积或飞翔速度在各喷嘴产生差异。

[0020] 并且,在考虑到将基于狭隘部的使微小振动衰减的效果维持良好的水平上,同时使通过驱动压电执行器而产生的压力室内的液体的振动通过所述狭隘部,尽可能高效地传递给连通路内的液体时,所述狭隘部的开口面积优选为比狭隘部更靠喷嘴侧的区域的开

口面积的 20 ~ 60%。另外,基于相同的理由,狭隘部的在连通路长度方向上的长度优选为连通路的全长的 10 ~ 20%。

[0021] 发明效果

[0022] 根据本发明,能够提供一种液体喷出装置,该液体喷出装置将在连通路内产生的微小振动进行衰减,从而能够使具有预先设计的体积或飞翔速度的液滴从基板上的全部喷嘴喷出。

附图说明

[0023] 图 1 是将本发明的液体喷出装置的实施方式一例的一部分放大表示的剖面图;

[0024] 图 2 是进一步将所述例的液体喷出装置的主要部分即连通路的局部放大的剖面图;

[0025] 图 3 是进一步将所述连通路的局部放大的俯视图;

[0026] 图 4 是表示喷嘴的整体形状的立体图;

[0027] 图 5 是将由比较例 1 形成的连通部放大的剖面图;

[0028] 图 6 是将由比较例 2 形成的连通部放大的剖面图;

[0029] 图 7 是将由比较例 3 形成的连通部放大的剖面图;

[0030] 图 8 是表示为了解析实施例、比较例的压电喷墨头而使用的解析模型的电路图;

[0031] 图 9 是表示使实施例 1 的压电喷墨头驱动时,在连通路和喷嘴的边界位置上的液体的压力和流速的变化的曲线图;

[0032] 图 10 是表示使比较例 1 的压电喷墨头驱动时,在连通路和喷嘴的边界位置上的液体的压力和流速的变化的曲线图;

[0033] 图 11 是表示使比较例 2 的压电喷墨头驱动时,在连通路和喷嘴的边界位置上的液体的压力和流速的变化的曲线图;

[0034] 图 12 是表示使比较例 3 的压电喷墨头驱动时,在连通路和喷嘴的边界位置上的液体的压力和流速的变化的曲线图;

[0035] 图中:

[0036] 1—液体喷出装置;2—基板;3—压力室;4—喷嘴;5—连通路;6—压电元件;7—压电执行器;8—边界位置;9—狭隘部;10—供应部;11—缩窄部;12—连接部;13—第一板材;14—连接部;15—第二板材;16—第三板材;17—连接部;18—第四板材;19—第五板材;20—第六板材;21—第七板材;22—振动板;23—共同电极;24—分立电极;25—圆锥锥面部;26—笔直部。

具体实施方式

[0037] 图 1 是将本发明的液体喷出装置的实施方式一例的一部分放大表示的剖面图。图 2 是进一步将所述例的液体喷出装置的主要部分即连通路的局部放大的剖面图。参照图 1、图 2,该例的液体喷出装置 1 在基板 2 的图中上面形成压力室 3,在下面使其与所述压力室 3 对应,形成喷嘴 4,并且所述压力室 3 和喷嘴 4 由贯通基板 2 形成的连通路 5 连接,进而,在基板 2 的形成了压力室 3 的上面层叠了压电执行器 7,压电执行器 7 包括横振动模式的薄板状的压电元件 6。在所述各部分中,压力室 3、喷嘴 4 以及连通路 5,虽然未图示,但在一个

基板 2 上沿面方向排列形成有多个。

[0038] 从连通路 5 的与压力室 3 的边界位置 8 朝向喷嘴 4 的方向的一定长度 L_1 的区域为狭隘部 9, 狭隘部 9 与上述区域相比相对于喷嘴 4 侧的区域减小开口面积且增大流路阻力, 液体的振动必然通过所述狭隘部 9, 在压力室 3 和连通路 5 之间传递。因此, 尤其能够使在连通路 5 内产生的液体的微小振动衰减, 从而可以使除去了所述微小振动的具有预先设计的体积或飞翔速度的液滴从喷嘴 4 喷出。

[0039] 即, 压力室 3 和连通路 5 的边界位置 8 相当于通常压力室 3 内的液体的振动和连通路 5 内的液体的振动的振动波形的节, 在所述边界位置 8 上设有在所述连通路 5 的长度方向上具有一定长度且开口面积小的狭隘部 9 的情况下, 所述狭隘部 9 的内壁面因为起到抑制微小振动的波形的波腹的作用, 所以尤其能够使微小振动衰减。

[0040] 狭隘部 9 的开口面积 S_1 优选是连通路 5 的、与上述狭隘部 9 相比更靠喷嘴侧的区域的开口面积 S_0 的 20 ~ 60%, 尤其优选是 30 ~ 50%。在开口面积 S_1 不足所述范围的下限时, 虽然能够更有效地衰减微小振动, 但通过压电执行器 7 的驱动而产生且从压力室 3 内的液体传递到连通路 5 内的液体的用于喷出液滴的振动的衰减量也增加, 反而, 有可能使得从喷嘴 4 喷出的液滴的体积变小, 或飞翔速度下降。此外, 在超过所述范围的上限的情况下, 存在着狭隘部 9 对液体的微小振动进行衰减的效果变得不充分的顾虑。

[0041] 狭隘部 9 的在连通路 5 的长度方向上的长度 L_1 优选是连通路 5 的全长 L_0 的 10 ~ 20%, 尤其优选为 12 ~ 18%。在长度 L_1 不足所述范围的下限时, 狭隘部 9 对液体的微小振动进行衰减的效果有可能变得不充分。此外, 在超过所述范围的上限的情况下, 虽然能够更有效地使微小振动衰减, 但通过压电执行器 7 的驱动而产生且从压力室 3 内的液体传递到连通路 5 内的液体的用于喷出液滴的振动的衰减量也增加, 反而, 有可能使得从喷嘴 4 喷出的液滴的体积变小, 或飞翔速度下降。

[0042] 并且, 如之前说明的那样当考虑更加有效地发挥设置狭隘部 9 带来的效果时, 在连通路 5 的与上述狭隘部 9 相比更靠喷嘴侧的区域的开口面积 S_0 为 $0.00785 \sim 0.0490625\text{mm}^2$ (开口径 $100 \mu\text{m} \sim 250 \mu\text{m}$), 尤其在 $0.011304 \sim 0.0314\text{mm}^2$ (开口径 $120 \mu\text{m} \sim 200 \mu\text{m}$) 的范围内, 且连通路 5 的全长 L_0 为 $400 \sim 1400 \mu\text{m}$, 尤其为 $500 \sim 1200 \mu\text{m}$ 的范围内, 特别采用本发明的结构。即, 在开口面积 S_0 在所述范围内, 且狭隘部 9 的开口面积 S_1 为所述开口面积 S_0 的 20 ~ 60% 时, 或者, 在连通路 5 的全长 L_0 在所述范围内, 且狭隘部的长度 L_1 为所述全长 L_0 的 10 ~ 20% 时, 可以更加有效地对微小振动进行衰减。

[0043] 在图中符号 10 是用于从未图示的供应源 (箱等) 向排列在基板 2 上的多个压力室 3 供应液体的供应路。供应路 10 和压力室 3 通过极薄的缩窄部 11 连接, 用于防止所述压力室 3 内的液体的振动经由供应路 10 被传递给另外的压力室 3 内的液体。此外, 连通路 5 的喷嘴 4 侧的端部形成连接部 12, 为了通过使从压力室 3 内的液体传递的振动从开口面积大的连通路 5 内的液体集中并传递给开口面积小的喷嘴 4 内的液体的弯液面, 降低在不传递给所述弯液面上时在两者的连接部反射的振动的比例, 连接部 12 的开口面积, 小于连通路 5 的开口面积且大于喷嘴 4 的开口面积。

[0044] 具有所述各部分的基板 2 是将如下部分顺次在对位的同时进行层叠而一体化形成的, 即: 第一板材 13, 其形成了作为压力室 3 的通孔; 第二板材 15, 其形成了连通路 5 中作为狭隘部 9 的通孔及作为连接压力室 3 和缩窄部 11 的连接部 14 的通孔; 第三板材 16, 其

形成了连通路 5 中作为与狭隘部 9 连接的区域的上端部的通孔以及作为缩窄部 11 的通孔；第四板材 18, 其形成了连通路 5 中作为与所述上端部连接的部分的通孔以及作为连接缩窄部 11 和供应路 10 的连接部 17 的通孔；第五板材 19, 其形成了作为连通路 5 的剩余部的通孔以及作为供应路 10 的通孔；第六板材 20, 其形成了作为连接部 12 的通孔；第七板材 21, 其形成了喷嘴 4。

[0045] 作为各板材, 可以使用如下这样的板材, 分别由金属或陶瓷、树脂等形成厚度一定的平板状, 并且, 例如通过利用了光刻法的蚀刻等, 在规定的位置上形成作为所述各部分的具有规定的平面形状的通孔。对于连通路 5 的全长 L_0 、狭隘部 9 的长度 L_1 , 通过改变所述各板材的厚度, 能够在之前说明的范围内进行调整。因此, 能够使连通路 5 的全长 L_0 、狭隘部 9 的长度 L_1 在一个压电执行器 7 上的全部的连通路 5 中高精度且均一化。此外, 对于连通路 5 的开口面积 S_0 、狭隘部 9 的开口面积 S_1 , 通过改变由蚀刻等在板材上形成的通孔的开口面积, 能够在之前说明的范围内进行调整。

[0046] 在由金属形成板材的情况下, 作为所述金属, 可列举出 Fe—Cr 系合金、Fe—Ni 系合金、WC—TiC 系合金等, 尤其当考虑相对于油墨等液体的耐蚀性和加工性时, 优选 Fe—Ni 系合金、Fe—Cr 系合金 (例如 SUS430、SUS316、SUS—316L 等)。

[0047] 在考虑将通过狭隘部 9 被传递到连通路 5 内的液体的振动的, 通过连接部 12 高效地传递到喷嘴 4 内的液体的弯液面上时, 对于连通路 5、狭隘部 9、连接部 12 的在与所述连通路 5 的长度方向正交的基板 2 的面方向的截面形状来说, 由于所述喷嘴 4 的该方向的截面形状如图 3、图 4 所示通常形成为圆形, 所以上述连通路 5、狭隘部 9、连接部 12 来说, 如该图所示, 优选都形成为圆形。此外, 虽未图示, 但各板材还可以通过分别在更厚的薄板材上形成规定的通孔之后将多片进行层叠来构成。

[0048] 压电执行器 7 包括薄板状的振动板 22、层状的共同电极 23、横振动模式的薄板状的压电元件 6 和层状的分立电极 24, 薄板状的振动板 22、层状的共同电极 23、横振动模式的薄板状的压电元件 6 在基板 2 上顺次层叠, 且分别具有覆盖所述基板 2 上的多个压力室 3 的大小, 层状的分立电极 24 在所述压电元件 6 上与各压力室 3 对应地分别形成规定的平面形状图案。

[0049] 其中, 压电元件 6 例如可以由锆酸钛酸铅 (PZT) 或在所述 PZT 中添加镧、钡、铋、锌、镍、锰等的氧化物的一种或者两种以上的、PLZT 等的 PZT 系压电陶瓷形成为薄板状。此外, 压电元件 6 也可以由以镁铋酸铅 (PMN)、镍铋酸铅 (PNN)、铋铋酸铅、锰铋酸铅、铋锡酸铅、钛酸铅、钛酸钡等为主成分的压电陶瓷来形成。

[0050] 振动板 22 例如可以由钼、钨、钽、钛、铂、铁、镍等金属, 或所述金属的合金, 或者不锈钢等, 形成为具有规定的厚度的板状, 此外, 还可以由与压电元件 6 相同的压电陶瓷来形成。此外, 由金、银、铂、铜、铝等的导电性优良的金属形成振动板 22, 还可以省略共同电极 23。

[0051] 共同电极 23 及分立电极 24 分别可以通过由金、银、铂、铜、铝等导电性优良的金属形成的箔、镀被膜、真空蒸镀被膜等来形成, 此外, 也可以涂敷含有所述各金属的微粒子的导电性糊, 使其干燥后, 进而可根据需要相应地烧制而形成。

[0052] 为了将分立电极 24 形成图案, 例如能列举出如下方法: 在镀被膜或真空蒸镀被膜的情况下, 仅选择性地使压电元件 6 表面的形成分立电极 24 的区域露出, 在由镀敷掩模覆

盖了除此之外的区域的状态下,对所述露出的区域选择性地形成被膜的方法;或者在压电元件 6 的表面的整个面上形成被膜之后,由蚀刻掩模只将所述被膜的与分立电极 24 对应的区域覆盖,在使除此之外的区域露出的状态下,将所述露出的区域的被膜选择性地蚀刻除去的方法。此外,在是由导电性糊形成的涂膜的情况下,还可以通过丝网印刷法等印刷方法,在压电元件的表面将所述导电性糊直接形成图案。

[0053] 由压电陶瓷形成的压电元件 6 或振动板 22,在通过烧制将含有作为之前说明的压电陶瓷的化合物的生片形成为规定的平面形状之后,可以烧制形成。尤其,在压电元件 6 和振动板 22 都由压电陶瓷形成的情况下,在成为各自的层的基础的生片之间,通过烧制制作隔着作为共同电极 23 的导电性糊的层的层叠体,通过对所述层叠体进行一次烧制,能够得到将压电元件 6、共同电极 23、振动板 22 层叠了的层叠体。

[0054] 在所述层叠体的压电元件 6 的表面,通过之前说明的方法,如果图案形成分立电极 24,则形成压电执行器 7。并且,通过使用粘接剂将所述压电执行器 7 粘接并固定在之前说明的基板 2 的形成了压力室 3 的一侧的面上,由此构成液体喷出装置 1。作为粘接剂,当考虑到液体喷出装置 1 所要求的耐热性或相对于油墨等液体的耐性等时,优选热硬化温度为 100 ~ 250°C 的环氧树脂系、酚醛树脂系、聚苯醚树脂系等的热硬化性树脂系的粘接剂。

[0055] 为了将薄板状的压电元件 6 制成横振动模式,使压电陶瓷的分极方向朝向所述压电元件 6 的厚度方向,例如,从分立电极 24 朝向共同电极 23 的方向配向。因此,例如,采用高温分极法、室温分极法、交流电场重叠法、电场冷却法等分极方法。使压电陶瓷的分极方向向所述方向配向的横振动模式的压电元件 6,例如在将共同电极 23 接地的状态下,当对任意的分立电极 24 施加正的驱动电压时,压电元件 6 的由两电极 23、24 夹着的区域(为“驱动区域”)在与分极方向正交的面内收缩。但是,因为压电元件 6 通过共同电极 23 被固定在振动板 22 上,结果是压电执行器 7 的与所述驱动区域对应的区域以向压力室 3 的方向突出的方式弯曲,成为对所述压力室 3 内的液体施加压力的状态。

[0056] 因此,从两电极 23、24 对压电元件 6 的驱动区域施加规定的驱动电压脉冲,且通过使所述状态和不施加电压而解除了压电执行器 7 的弯曲变形的状态在规定的时刻进行反复,使所述压电执行器 7 振动时,伴随于此压力室 3 的容积增减,所述压力室 3 内的液体振动,所述振动通过连通路 5 内的液体被传递到喷嘴 4,在所述喷嘴 4 内形成的液体的弯液面振动,伴随于该振动,形成弯液面的液体的一部分形成液滴并分离,从喷嘴 4 喷出。

[0057] 实施例

[0058] 《实施例 1》

[0059] <基板 2>

[0060] 如之前说明的那样,将由 SUS316 形成的多个板材顺次层叠,通过使其一体化而形成基板 2,基板 2 包括多个具有图 1 所示的截面形状的各部分,且各部分的尺寸为如下述所示的值。

[0061] (压力室 3)

[0062] 基板 2 的面方向的面积 :0.273mm²

[0063] 厚度方向的深度 :100 μ m

[0064] (喷嘴 4)

[0065] 喷嘴 4 如图 4 所示为立体形状,具有从压力室 3 侧(图中上侧)朝向喷出侧(下

侧) 内径逐渐变小的圆锥锥面部 25 ;以及设置在所述圆锥锥面部 25 的喷出侧的前端,截面形状为圆形且内径为一定的笔直部 26。各部分的尺寸如下所述。

[0066] 喷嘴 4 的全长 $L_3 = 50 \mu\text{m}$

[0067] 圆锥锥面部 25 的锥度角度 : 8°

[0068] 笔直部 26 的长度 $L_4 = 5 \mu\text{m}$

[0069] 笔直部 26 的开口直径 $d_1 = 20 \mu\text{m}$ (开口面积 : 0.00031mm^2)

[0070] (连通路 5)

[0071] 如图 3 所示,狭隘部 9、连通路 5 的比所述狭隘部 9 更靠喷嘴 4 侧的区域、以及连接部 12 的与连通路 5 的长度方向正交的基板 2 的面方向的截面形状,都是圆形。各部分的尺寸如下所述。

[0072] 狭隘部 9 的内径 : $120 \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.01131\text{mm}^2$)

[0073] 连通路 5 的比狭隘部 9 更靠喷嘴 4 侧的区域的内径 : $180 \mu\text{m}$ (开口面积 $S_0 = 0.02545\text{mm}^2$)

[0074] 连接部 12 的内径 : $150 \mu\text{m}$ (开口面积 : 0.01767mm^2)

[0075] 连通路 5 的全长 $L_0 = 830 \mu\text{m}$

[0076] 狭隘部 9 的长度 $L_1 = 100 \mu\text{m}$

[0077] 连接部 12 的长度 $L_2 = 60 \mu\text{m}$

[0078] (缩窄部 11)

[0079] 缩窄部 11 在液体从供应路 10 向压力室 3 流通的流通方向上的长度为 $302 \mu\text{m}$,与所述流通方向正交的基板的面方向的宽度为 $39.5 \mu\text{m}$,基板的厚度方向的高度为 $20 \mu\text{m}$ 。

[0080] < 压电执行器 7>

[0081] 准备了压电执行器 7,其具有按图 1 所示的顺序层叠、且包括横振动模式的薄板状的压电元件 6 的下述各层,整体的厚度为 $41.5 \mu\text{m}$ 。所述压电执行器 7 的特性如下所述,对共同电极 23 和分立电极 24 之间施加 20V 驱动电压时,与压电元件 6 的驱动区域相对应的区域的在厚度方向的变位量为 84.3nm 。

[0082] 压电常数 $d_{31} = 177\text{pm/V}$

[0083] 柔度 (compliance) : $26.324 \times 10^{-21}\text{m}^5/\text{N}$

[0084] 产生压力常数 : 17.925kPa/V

[0085] (振动板 22)

[0086] 振动板 22 由 PZT 形成为薄板状,具有将基板 2 上的多个压力室 3 覆盖的大小。

[0087] 厚度 : $14 \mu\text{m}$

[0088] (共同电极 23)

[0089] 共同电极 23 由作为导电材料的 Ag—Pd 形成为膜状,具有与振动板 22 大致相同的大小。

[0090] 厚度 : $10 \mu\text{m}$

[0091] (压电元件 6)

[0092] 压电元件 6 由作为压电陶瓷的 PZT 形成为薄板状,具有与振动板 22 及共同电极 23 大致相同的大小。

[0093] 厚度 : $14 \mu\text{m}$

[0094] (分立电极 24)

[0095] 分立电极 24 由作为导电材料的 Au 在各压力室 3 分别个别地形成图案为具有与各压力室 3 的平面形状相对应的形状的膜状。

[0096] 厚度 : $3.5\ \mu\text{m}$

[0097] <液体喷出装置 1>

[0098] 在之前说明的基板 2 的形成了压力室 3 的面上,通过环氧树脂系粘接剂对压电执行器 7 进行层叠,并在加压下加热,从而使环氧树脂固化,由此制造作为液体喷出装置 1 的压电喷墨头。

[0099] 《实施例 2 ~ 7》

[0100] 将狭隘部 9 的内径制成 $70\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.00385\text{mm}^2$, 实施例 2)、 $80\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.00503\text{mm}^2$, 实施例 3)、 $90\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.00636\text{mm}^2$, 实施例 4)、 $100\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.00785\text{mm}^2$, 实施例 5)、 $140\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.01539\text{mm}^2$, 实施例 6)、及 $160\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.02011\text{mm}^2$, 实施例 7), 除此之外,与实施例 1 相同制造作为液体喷出装置 1 的压电喷墨头。

[0101] 《实施例 8 ~ 15》

[0102] 将狭隘部 9 的内径制成 $100\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.00785\text{mm}^2$), 并且将所述狭隘部 9 的长度 L_1 制成 $40\ \mu\text{m}$ (实施例 8)、 $80\ \mu\text{m}$ (实施例 9)、 $90\ \mu\text{m}$ (实施例 10)、 $110\ \mu\text{m}$ (实施例 11)、 $130\ \mu\text{m}$ (实施例 12)、 $150\ \mu\text{m}$ (实施例 13)、 $170\ \mu\text{m}$ (实施例 14)、及 $190\ \mu\text{m}$ (实施例 15), 除此之外,与实施例 1 相同制造作为液体喷出装置 1 的压电喷墨头。

[0103] 《比较例 1》

[0104] 如图 5 所示,在连通路 5 上不设置狭隘部 9,除此之外,与实施例 1 相同制造作为液体喷出装置 1 的压电喷墨头。各部分的尺寸如下所述。

[0105] 连通路 5 的内径 : $180\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_0 = 0.0254\text{mm}^2$)

[0106] 连接部 12 的内径 : $150\ \mu\text{m}$ (开口面积 : 0.0177mm^2)

[0107] 连通路 5 的全长 $L_0 = 830\ \mu\text{m}$

[0108] 连接部 12 的长度 $L_2 = 60\ \mu\text{m}$

[0109] 《比较例 2》

[0110] 如图 6 所示,不在连通路 5 的与压力室 3 的边界位置 8 上设置狭隘部 9,而在所述连通路 5 的中间的位置设置狭隘部 9,除此之外,与实施例 1 相同制造作为液体喷出装置 1 的压电喷墨头。各部分的尺寸如下所述。

[0111] 狭隘部 9 的内径 : $120\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.0113\text{mm}^2$)

[0112] 连通路 5 的比狭隘部 9 更靠压力室 3 侧及喷嘴 4 侧的区域的内径 : $180\ \mu\text{m}$ (开口面积 $S_0 = 0.0254\text{mm}^2$)

[0113] 连接部 12 的内径 : $150\ \mu\text{m}$ (开口面积 : 0.0177mm^2)

[0114] 连通路 5 的全长 $L_0 = 830\ \mu\text{m}$

[0115] 狭隘部 9 的长度 $L_1 = 100\ \mu\text{m}$

[0116] 从边界位置 8 到狭隘部 9 的上端为止的长度 $L_5 = 340\ \mu\text{m}$

[0117] 连接部 12 的长度 $L_2 = 60\ \mu\text{m}$

[0118] 《比较例 3》

[0119] 如图 7 所示,在连通路 5 的喷嘴 4 侧的与连接部 12 相接的位置上设置狭隘部 9,除此之外,与实施例 1 相同制造作为液体喷出装置 1 的压电喷墨头。各部分的尺寸如下所述。

[0120] 狭隘部 9 的内径: $120 \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.0113\text{mm}^2$)

[0121] 连通路 5 的比狭隘部 9 更靠压力室 3 侧的区域的内径: $180 \mu\text{m}$ (开口面积 $S_0 = 0.0254\text{mm}^2$)

[0122] 连接部 12 的内径: $150 \mu\text{m}$ (开口面积: 0.0177mm^2)

[0123] 连通路 5 的全长 $L_0 = 830 \mu\text{m}$

[0124] 狭隘部 9 的长度 $L_1 = 100 \mu\text{m}$

[0125] 连接部 12 的长度 $L_2 = 60 \mu\text{m}$

[0126] 《比较例 4》

[0127] 在狭隘部 9 的位置上,相反地,设置内径大于连通路 5 的扩大部 [内径: $200 \mu\text{m}$ (开口面积 $S_1 = 0.03142\text{mm}^2$), 长度 $L_1 = 100 \mu\text{m}$], 除此之外,与实施例 1 相同制造作为液体喷出装置 1 的压电喷墨头。

[0128] 《流体解析 I》

[0129] 对实施例 1、比较例 1~3 的压电喷墨头,在待机时,对压电元件 6 的驱动区域持续施加驱动电压,维持使压电执行器 7 的与所述驱动区域相对的区域以向压力室 3 的方向突出的方式弯曲的状态,在喷出液滴时通过暂时将驱动电压置零,在解除弯曲之后,再次施加驱动电压并返回待机状态的,所谓击打式(引き打ち式)的驱动方法使其驱动,此时,在连通路 5 和喷嘴 4 的边界位置产生液体的压力和流速的变化,使用图 8 的解析模型,通过疑似压缩法对所述变化进行流体解析。

[0130] 对于解析模型的计算格子宽度,喷嘴 4 的部分为 $0.7 \mu\text{m} \times 0.7 \mu\text{m}$, 含有狭隘部 9 及连接部 12 的连通路 5 的部分为 $2 \mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$ 。此外,对于在击打式的驱动方法中使用的驱动电压脉冲的波形,将待机时的电压值设为 15V,将驱动电压置零的脉冲的脉冲宽度设为 $6.2 \mu\text{sec}$ 。实施例 1 的结果如图 9 所示,比较例 1 的结果如图 10 所示,比较例 2 的结果如图 11 所示,且比较例 3 的结果如图 12 所示。通过各图确认到,仅在连通路 5 的与压力室 3 的边界位置 8 上形成狭隘部 9 时,能够对在所述连通路 5 内产生的微小振动进行有效衰减。

[0131] 《流体解析 II》

[0132] 在对实施例 1~15、比较例 1~4 的压电喷墨头施加与之前说明的相同波形的驱动电压脉冲而使其驱动时,使用所述解析模型对从喷嘴 4 喷出的液滴的个数、体积及飞翔速度进行解析,可得到如表 1、2 所示的结果。

[0133] 表 1

[0134]

	狭隘部 9					
	内径 [μm]	开口面积 $S_1[\text{mm}^2]$	面积比[%] $S_1/S_0 \times 100$	长度 $L_1[\mu\text{m}]$	长度比[%] $L_1/L_0 \times 100$	位置
实施例 1	120	0.01131	44	100	12	图 1
实施例 2	70	0.00385	15	100	12	图 1
实施例 3	80	0.00503	20	100	12	图 1
实施例 4	90	0.00636	25	100	12	图 1
实施例 5	100	0.00785	31	100	12	图 1
实施例 6	140	0.01539	60	100	12	图 1
实施例 7	160	0.02011	79	100	12	图 1
实施例 8	100	0.00785	31	40	5	图 1
实施例 9	100	0.00785	31	80	10	图 1
实施例 10	100	0.00785	31	90	11	图 1
实施例 11	100	0.00785	31	110	13	图 1
实施例 12	100	0.00785	31	130	16	图 1
实施例 13	100	0.00785	31	150	18	图 1
实施例 14	100	0.00785	31	170	20	图 1
实施例 15	100	0.00785	31	190	23	图 1
比较例 1	—	—	—	—	—	图 5
比较例 2	120	0.01131	44	100	12	图 6
比较例 3	120	0.01131	44	100	12	图 7
比较例 4	200	0.03142	123	100	12	—

[0135] 表 2

[0136]

表 2

	全液滴数 [个]	整体平均		第 1 滴		第 2 滴以后		速度比 V_1/V_0	体积比 C_1/C_0
		飞翔速度 V_0 [m/s]	体积 C_0 [pl]	飞翔速度 V_1 [m/s]	体积 C_1 [pl]	飞翔速度 V_2 [m/s]	体积 C_2 [pl]		
实施例 1	2	7.1	5.3	8.0	3.0	5.9	2.3	1.1	0.57
实施例 2	2	6.3	5.3	7.7	2.7	4.9	2.7	1.2	0.50
实施例 3	2	7.1	5.2	8.0	2.9	6.1	2.4	1.1	0.55
实施例 4	2	7.1	5.3	7.9	3.0	6.1	2.3	1.1	0.56
实施例 5	2	7.1	5.5	7.8	3.0	6.2	2.5	1.1	0.55
实施例 6	2	7.1	5.5	7.7	3.0	6.2	2.5	1.1	0.54
实施例 7	2	7.5	5.3	8.7	2.7	6.2	2.6	1.2	0.51
实施例 8	2	7.3	5.4	8.2	2.7	6.3	2.6	1.1	0.51
实施例 9	2	7.1	5.5	7.8	3.2	6.1	2.3	1.1	0.58
实施例 10	2	7.0	5.6	7.8	3.1	6.0	2.5	1.1	0.56
实施例 11	2	6.9	5.2	7.9	2.8	5.8	2.4	1.1	0.54
实施例 12	2	7.1	5.2	8.0	2.7	6.1	2.5	1.1	0.52
实施例 13	2	7.0	5.3	7.9	2.8	5.9	2.5	1.1	0.53
实施例 14	2	6.9	5.3	7.9	2.7	5.8	2.5	1.1	0.52
实施例 15	2	6.4	5.3	7.7	2.7	5.1	2.7	1.2	0.50
比较例 1	2	7.7	5.3	9.2	2.6	6.3	2.7	1.2	0.49
比较例 2	3	7.3	5.2	8.5	2.7	5.9	2.5	1.2	0.52
比较例 3	4	6.6	5.3	7.4	3.2	5.5	2.1	1.1	0.60
比较例 4	4	7.2	5.6	7.9	3.1	6.2	2.5	1.1	0.56

[0137] 通过两表判明了,在连通路 5 内不设置狭隘部 9 的比较例 1 中,在微小振动的影响下,在第一滴上,喷出比规定的液滴微小且飞翔速度快的成为画像不良原因的排头高速小滴。此外,在将狭隘部 9 设置在与压力室 3 的边界位置 8 之外的位置上的比较例 2、3 中,在

微小振动的影响下,判明了在规定的液滴之后,从喷嘴 4 喷出微小且飞翔速度慢的多个成为画像不良原因的液滴。进而,在所述狭隘部 9 的位置上,相反地,设置内径大于连通路 5 的扩大部的比较例 4 中,判明了仍是在微小振动的影响下,在规定的液滴之后,在喷嘴 4 喷出微小且飞翔速度慢的多个成为画像不良原因的液滴。

[0138] 相对于此,在实施例 1 ~ 15 中,确认了仅能够喷出具有规定的体积和飞翔速度,且不存在产生画像不良的顾虑的 2 滴液滴。此外,在对各实施例进行比较时,根据实施例 1 ~ 7 的结果,确认了狭隘部 9 的开口面积优选为比狭隘部 9 更靠喷嘴 4 侧的区域的开口面积的 20 ~ 60%,且根据实施例 1、8 ~ 15 的结果,确认了狭隘部 9 的在连通路 5 的长度方向上的长度优选为所述连通路 5 的全长的 10 ~ 20%。

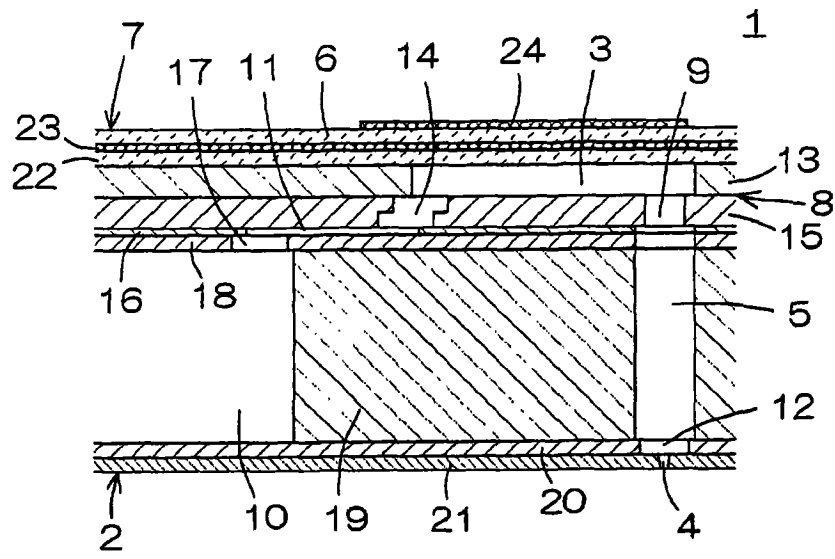


图 1

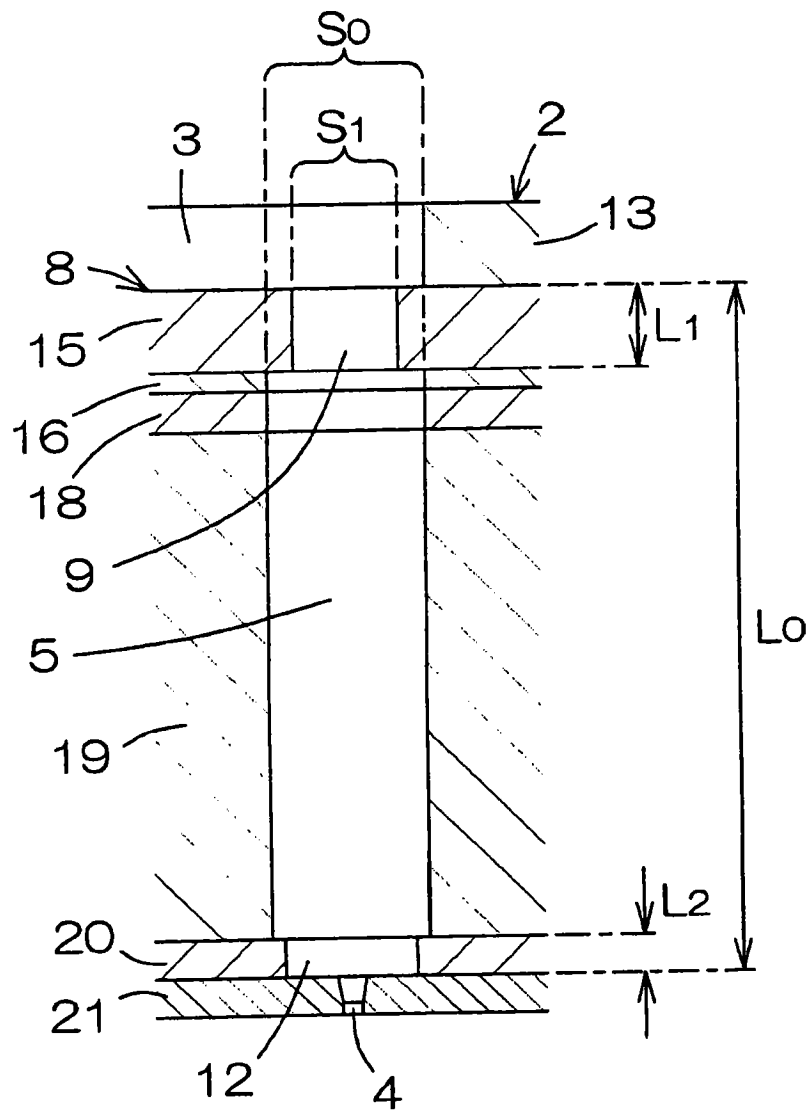


图 2

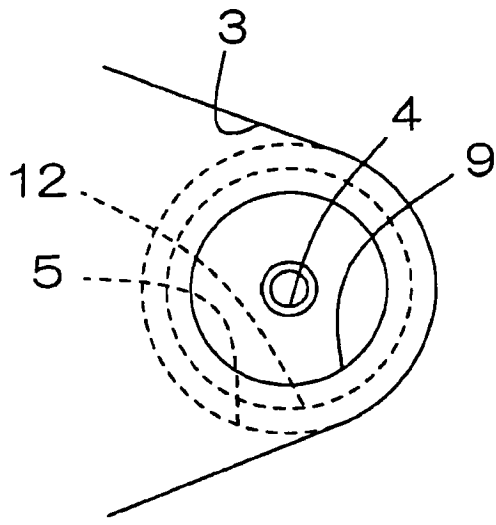


图 3

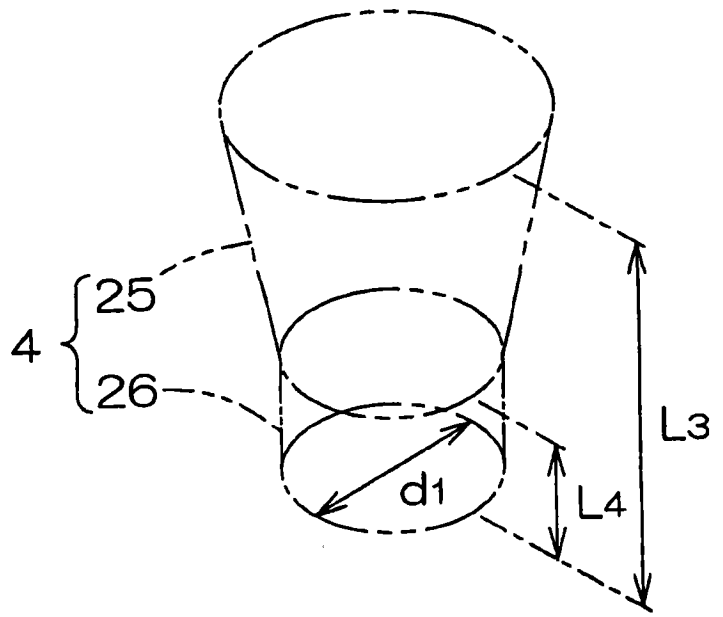


图 4

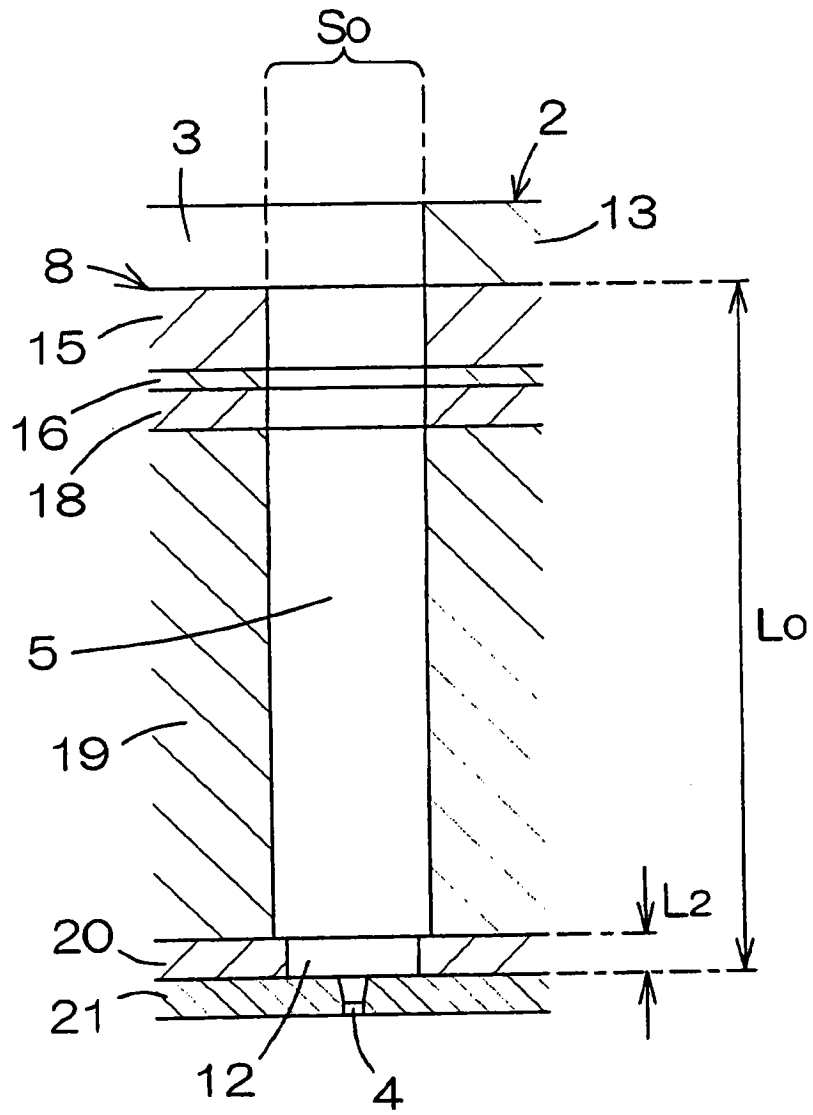


图 5

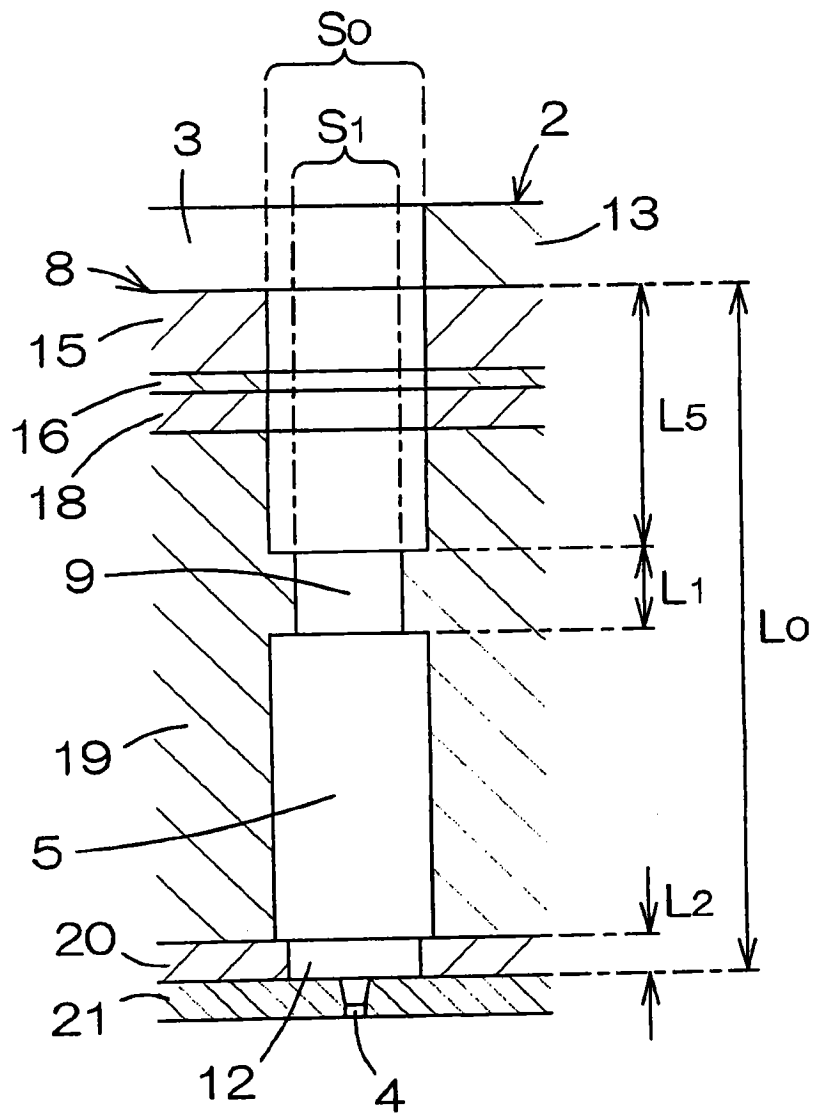


图 6

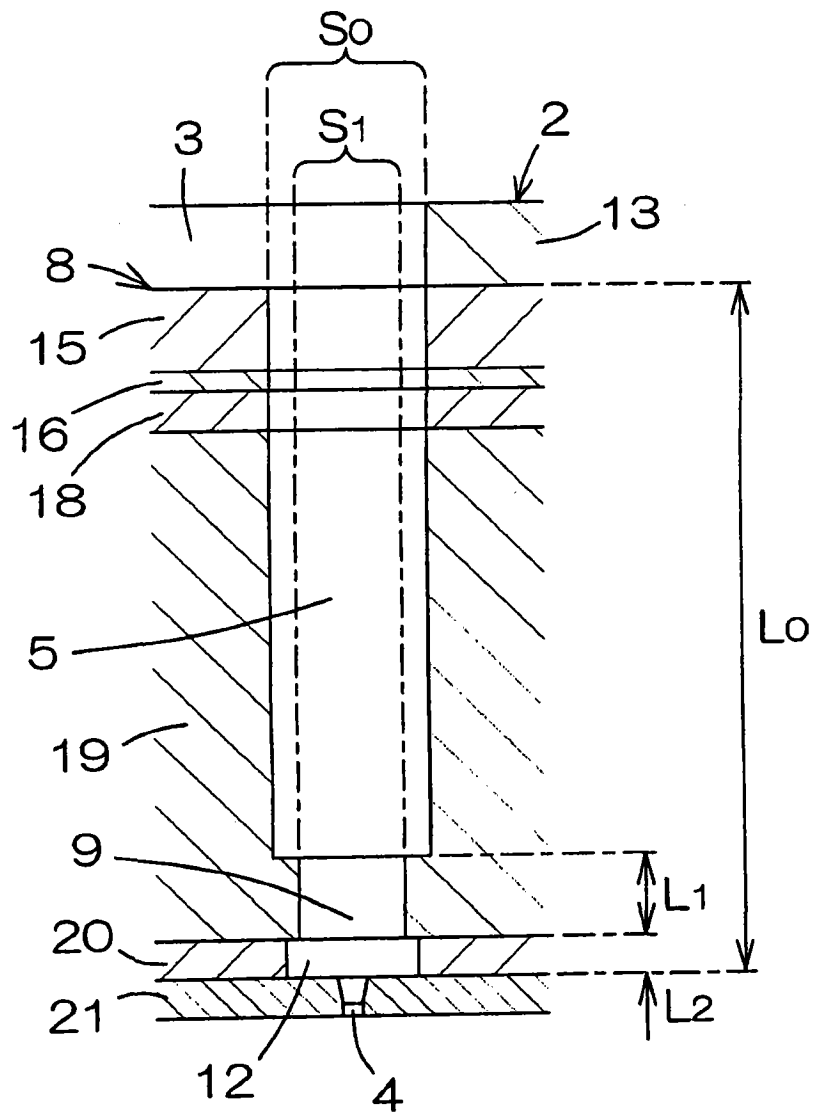


图 7

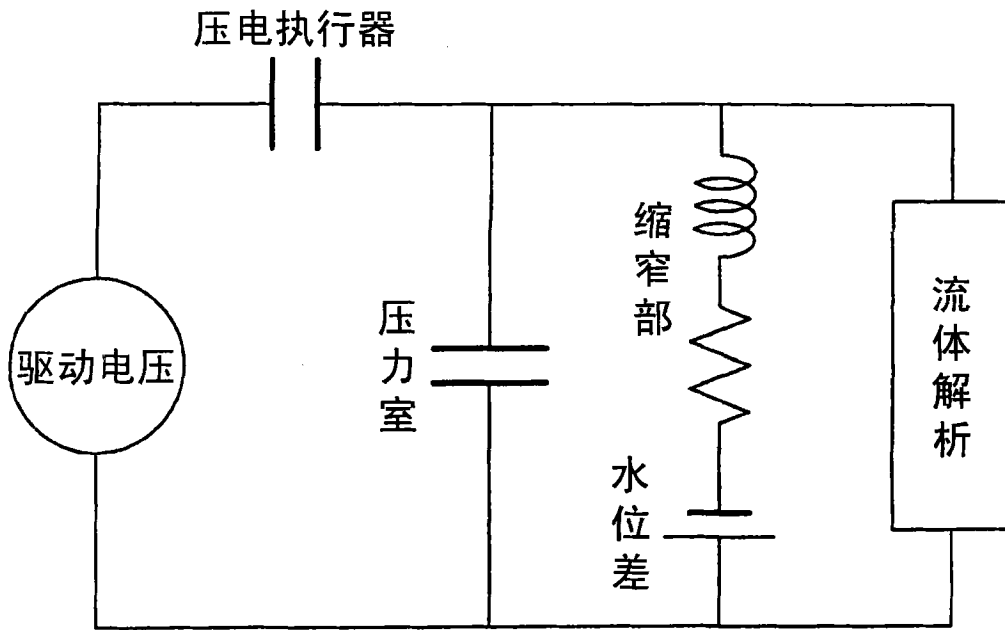


图 8

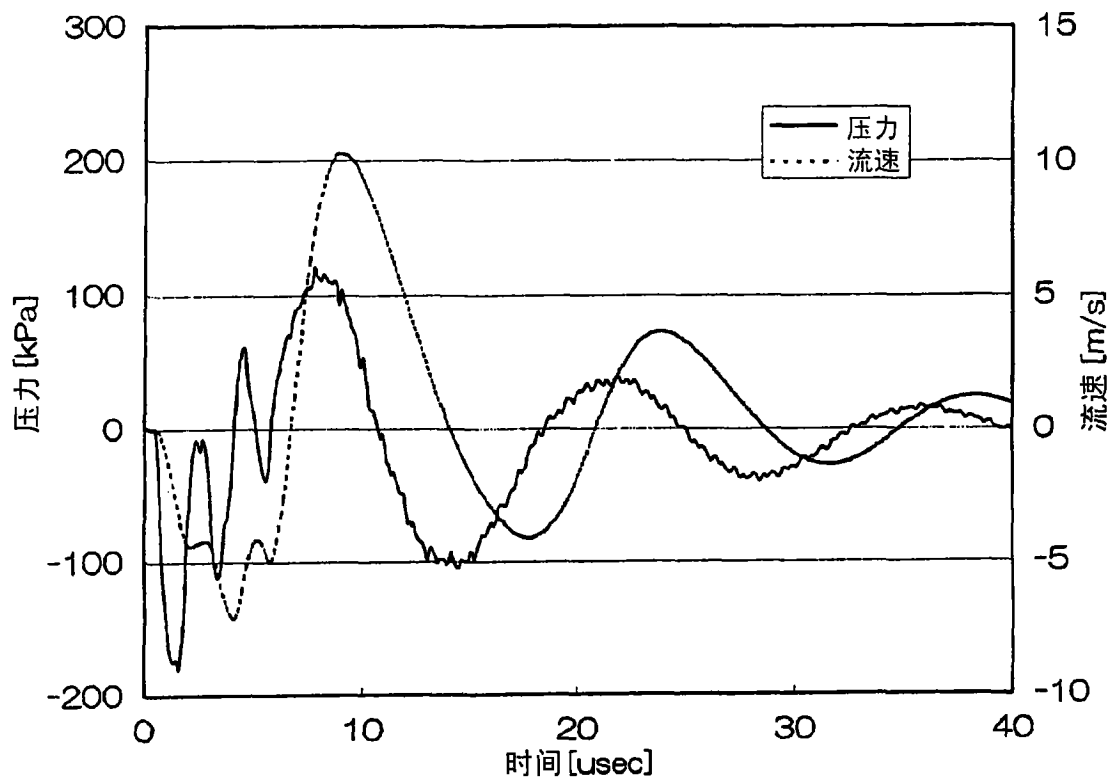


图 9

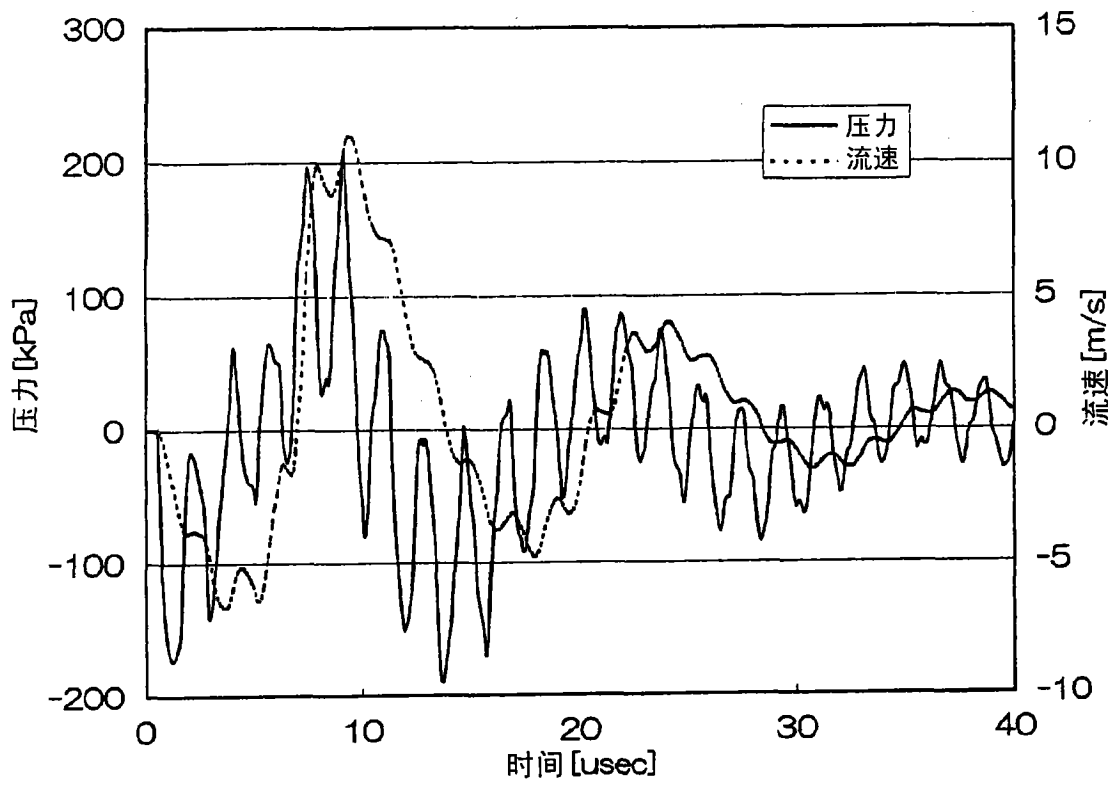


图 10

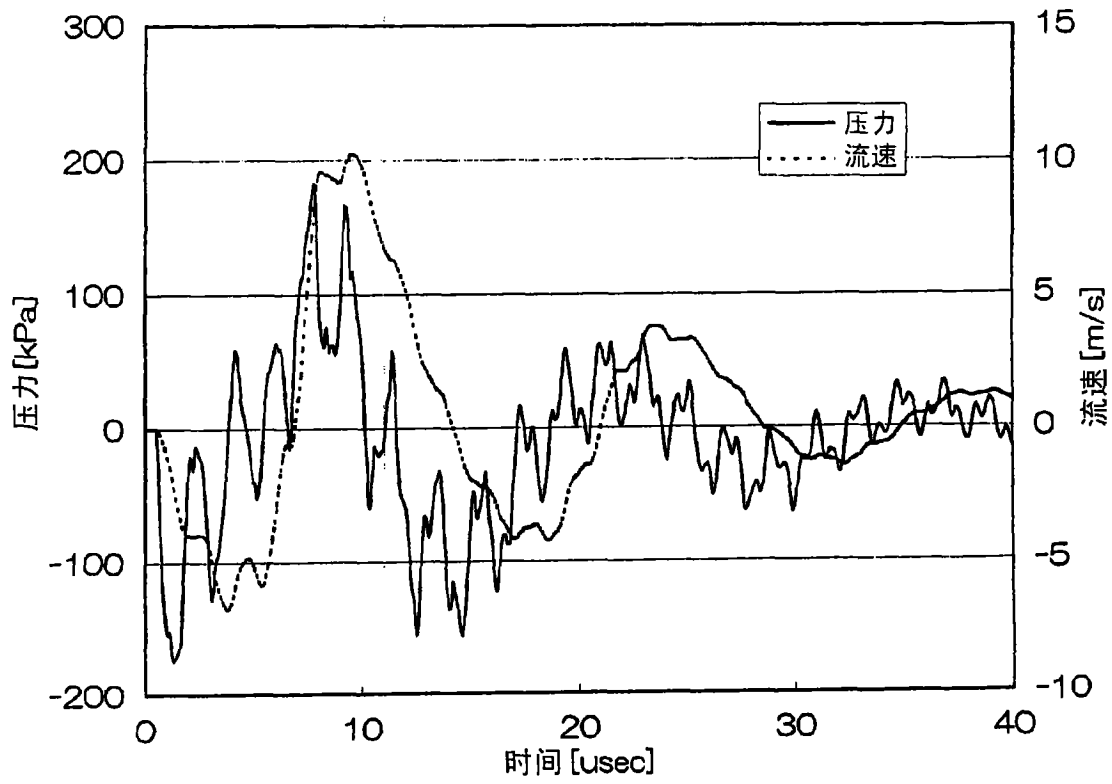


图 11

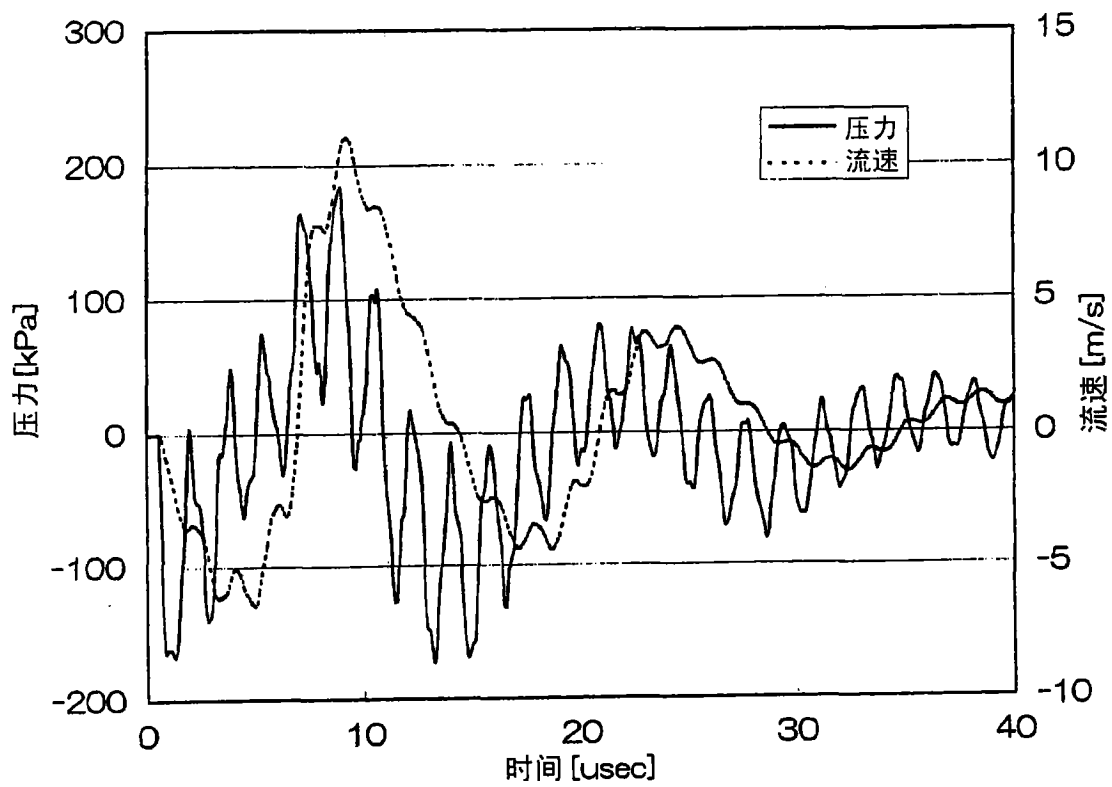


图 12