



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101316712 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 06

(21) 申请号 200680044668. X

B41J 2/135(2006. 01)

(22) 申请日 2006. 11. 29

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

343943/2005 2005. 11. 29 JP

JP 平 2-2004 A, 1990. 01. 08, 全文.

JP 特开 2000-280479 A, 2000. 10. 10, 说明书第【0040】段至第【0062】段、第【0075】至第【0077】段, 附图 1-15、27-29.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 05. 29

US 6527369 B1, 2003. 03. 04, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/324315 2006. 11. 29

CN 1191807 A, 1998. 09. 02, 全文.

US 6649074 B2, 2003. 11. 18, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

W02007/064021 JA 2007. 06. 07

审查员 徐秋香

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 村上修一 武居康德

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51) Int. Cl.

B41J 2/16(2006. 01)

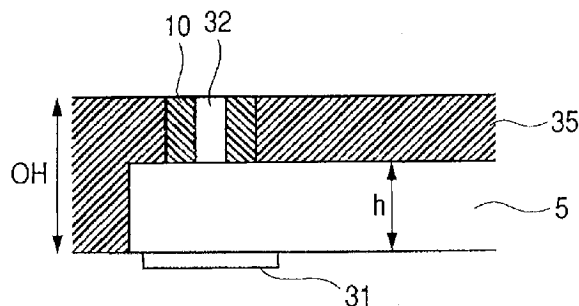
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 13 页

(54) 发明名称

液体排出方法、液体排出头和液体排出装置

(57) 摘要

该液体排出头以如下方式布置:在排出口的沿液体排出方向的截面中,该排出口包括:至少一个突起,其是凸状并且形成在排出口内;用于保持液面的第一区域,该液面与伸长到排出口外部的柱状液体连接;以及第二区域,第二区域的流阻低于第一区域中的流阻,使得沿与液体排出方向相反的方向吸引排出口中的液体;沿突起的凸出方向形成第一区域,第二区域形成在突起的两侧,并且,满足 $1.6 \geq (x_2/x_1)$, 其中, x_1 表示突起的关于突起的凸出形成方向的长度, x_2 表示突起的根部的关于突起的宽度方向的宽度。



1. 一种液体排出头,其中,通过从能量产生元件向液体施加能量而从排出口排出液体,所述排出口在排出口的关于液体排出方向的截面中包括:至少一个突起,所述突起是凸状的并且形成在所述排出口内;用于保持液面的第一区域,当液体从所述排出口排出时,所述液面与伸长到所述排出口外部的柱状液体连接;所述排出口在形成所述第一区域的状态下还包括第二区域,所述第二区域沿与所述液体排出方向相反的方向吸引所述排出口中的液体,并且所述第二区域的流阻低于所述第一区域的流阻;

所述第一区域从所述突起的前端沿所述突起的凸出形成方向形成,所述第二区域形成在所述突起的两侧,并且

满足 $1.6 \geq (x_2/x_1)$, 其中, x_1 表示所述突起的关于所述突起的凸出形成方向的长度, x_2 表示所述突起的根部的关于所述突起的宽度方向的宽度。

2. 根据权利要求 1 所述的液体排出头,其特征在于,通过从能量产生元件向液体施加能量而通过排出口排出液体,

其中,所述排出口在所述排出口的关于液体排出方向的截面中包括等于或者小于两个的突起,所述突起是凸状的并且位于所述排出口内;

建立 $M \geq (L-a)/2 > H$, 其中,在所述排出口的关于所述液体排出方向的截面中, H 表示沿所述突起的凸出形成方向从所述突起的前端到所述排出口的外边缘的距离或者沿所述突起的凸出形成方向从一个突起的前端到另一个突起的前端的距离, L 表示所述排出口的最大直径, a 表示所述突起的宽度, M 表示所述排出口的假想外边缘的最小直径;并且

所述排出口的所述截面中的所述突起的前端具有带曲率的形状,或者具有带垂直于所述突起的凸出形成方向的直线部的形状。

3. 根据权利要求 2 所述的液体排出头,其特征在于,在所述排出口的关于所述液体排出方向的截面中,在所述突起的两侧设置直线部。

4. 根据权利要求 2 所述的液体排出头,其特征在于,在所述排出口的关于所述液体排出方向的截面中,所述排出口的重心位于所述突起的凸出方向上。

5. 根据权利要求 1 所述的液体排出头,其特征在于,所述液体排出头包括一个所述突起,其中,所述第一区域从所述突起的前端沿所述突起的凸出形成方向形成在所述突起的前端与所述排出口的外边缘之间。

6. 一种液体排出装置,其包括:

权利要求 2 所述的液体排出头;以及

用于安装所述液体排出头的单元。

7. 一种液体排出头,其中,通过从能量产生元件向液体施加能量而通过排出口排出液体,

所述排出口在所述排出口的关于液体排出方向的截面中包括:等于或者小于三个的凸状突起,所述突起是凸状的并且位于所述排出口内;并且

满足 $1.6 \geq (x_2/x_1) > 0$, 其中, x_1 表示所述突起的关于所述突起的凸出形成方向的长度, x_2 表示所述突起的根部的关于所述突起的宽度方向的宽度。

8. 根据权利要求 7 所述的液体排出头,其特征在于,当所述突起等于或者小于两个时,满足 $M \geq (L-a)/2 > H$, 其中,在所述排出口的关于所述液体排出方向的截面中, H 表示沿所述突起的凸出形成方向从所述突起的前端到所述排出口的外边缘的距离或者沿所述突起

的凸出形成方向从一个突起的前端到另一个突起的前端的距离, L 表示所述排出口的最大直径, a 表示所述突起的宽度, M 表示所述排出口的假想外边缘的最小直径。

9. 根据权利要求 8 所述的液体排出头, 其特征在于, 在所述排出口的关于所述液体排出方向的截面中, 满足 $M \geq (L-x_2)/2 > H$ 。

10. 根据权利要求 8 所述的液体排出头, 其特征在于, 所述排出口的关于所述液体排出方向的截面中的所述突起的前端具有带曲率的形状, 或者具有带垂直于所述突起的凸出形成方向的直线部的形状。

11. 根据权利要求 8 所述的液体排出头, 其特征在于, 在所述排出口的关于所述液体排出方向的截面中, 在所述突起的两侧设置直线部。

12. 根据权利要求 8 所述的液体排出头, 其特征在于, 在所述排出口的关于所述液体排出方向的截面中, 所述排出口的重心位于所述突起的凸出方向上。

13. 一种液体排出装置, 其包括:

权利要求 7 所述的液体排出头; 以及

用于安装所述液体排出头的单元。

14. 一种液体排出方法, 其中, 利用权利要求 1 所述的液体排出头, 通过从能量产生元件向液体施加能量而从排出口排出液体, 所述方法包括:

驱动液体通过排出口, 使得柱状液体从所述排出口向外伸长, 在所述排出口的关于液体排出方向的截面中, 所述排出口包括: 至少一个突起, 其是凸状的并且形成在所述排出口内; 第一区域和多个第二区域, 所述第二区域的流阻低于所述第一区域的流阻;

在所述第一区域中保持与伸长到所述排出口外部的所述柱状液体连接的液面, 并且在所述第二区域中, 沿与所述方向相反的方向吸引所述排出口中的液体;

在所述第一区域中保持所述液面时, 从所述第一区域中的所述液面分离伸长到所述排出口外部的所述柱状液体, 从所述排出口排出所述液体,

其中, 所述第一区域从所述突起的前端沿所述突起的凸出形成方向形成, 所述第二区域形成在所述突起的两侧。

15. 根据权利要求 14 所述的液体排出方法,

其特征在于, 所述能量产生元件是用于向所述液体施加热能以形成气泡的发热元件; 并且

当所述气泡的体积减小时, 在所述第二区域中, 沿与所述液体排出方向相反的方向吸引所述排出口中的液体。

液体排出方法、液体排出头和液体排出装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过将液滴排出到介质上而进行记录的液体排出头、液体排出装置、液体排出头盒和液体排出方法。

背景技术

[0002] 作为用于排出如墨等液体的系统,已经研制了一种液体排出系统(喷墨记录系统),作为用于排出液滴的排出能量产生元件,可以获得使用发热元件(加热器)的方法。

[0003] 图 10 是示出用于气泡喷射(bubble jet)(BJ)排出系统的一般的排出过程的示意图,该气泡喷射(BJ)排出系统采用防止气泡与大气连通的传统的喷墨头。应该注意,为了方便起见,在该情况下,通过形成有排出口的孔板向外部喷出的液体部分被称为排出液体,而保留在排出口内的液体被称为流路液体,以区分这些液体部分。

[0004] 首先,在图 10 的状态(a)中,通过使加热器通电在加热器的表面处产生膜沸腾现象(图 10 的(b))。通过该膜沸腾产生的能量,迫使液体从形成有排出口的孔板的表面向外(图 10 的(c))。此时,在膜沸腾产生的能量的惯性力的推动下,加热器附近的液体由于气泡远离加热器移动。由于通过液体的该移动改变了气泡和液体的界面状态,因此加热器附近的气体好像正在生长。然而,此时的状态是与由加热器产生的热隔离的状态,并且热未传递到气泡,从而随着气泡生长,气体的压力减小。此外,惯性力还使排出的液体的量增大。当该液体的惯性力最终与伴随气体压力减小的恢复力均衡时,气泡停止生长,并且实现最大起泡状态(图 10 的(d))。由于最大起泡状态下的气体部处于远低于大气压的压力,其后,开始消泡,并且周围区域的液体被迅速吸引到一度被气泡占据的空间(图 10 的(e))。根据伴随消泡的流路液体的运动,还施加朝向加热器吸引排出口附近的液体的力。由于该力的速度矢量的方向与飘浮的排出液体的速度矢量的方向相反,因此,在用作主液滴的球状部与流路液体之间形成具有柱状的液体(液柱),并且使该柱状液体拉伸。结果,液柱部变得细长(图 10 的(f))。当消泡后经过一段时刻时,不能再保持液柱状态的排出液体通过反抗液体的粘性而脱离,并且成为单独的液滴(图 10 的(g))。在产生液滴的该分散时,形成微小薄雾。最后,飘浮的液滴根据两个液滴之间的速度差和液体的表面张力进一步分离,形成主液滴和副液滴(卫星液滴)(图 10 的(h))。由于卫星液滴飘浮到主液滴的后方,因此当卫星液滴附着到纸面时,着落位置偏离主液滴的着落位置。这造成图像品质的下降。

[0005] 图 12 是示出通过喷泡式(bubble through jet)(BTJ)排出系统来进行一般的排出过程的示意图,该喷泡式(BTJ)排出系统采用传统的喷墨头,由此气泡与大气连通。流路的高度形成为比图 10 中的 BJ 排出系统的流路的高度低。对于与图 10 中的 BJ 排出系统的部分相同的部分将不再给出说明。在参照消泡过程(图 12 的(e)至(g))时,在排出口内吸引弯月面的方式在墨流路的前方位置和墨流路的后方位置不同,使得弯月面变得不对称(图 12 的(f))。因此,当排出液滴与弯月面分离时,排出液滴的后尾端部弯曲(图 10 的(g))。从而,在弯曲尾部产生的卫星液滴将沿偏离主液滴的轨迹的轨迹飘浮,并且着落在与主液滴的着落位置分离的位置。

[0006] 近年来,对于如摄影输出等要求高清晰度图像的喷墨打印机,优选尽可能减少使图像品质劣化的卫星液滴的形成。关于 用于减少卫星液滴的形成的过程,例如,如日本特开平 10-235874 号公报中所述,已知减小飘浮液滴的尾部(墨尾部)的长度。在日本特开平 10-235874 号公报中还公开了:排出口之间的间隔部分地减小以增大弯月面力(meniscus force),由该弯月面力减小排出口处的液面的波动,并且缩短飘浮液滴的尾部。

发明内容

[0007] 本发明要解决的问题

[0008] 然而,基于以下假设设置日本特开平 10-235874 号公报中的配置:使用大于用于如摄影输出头等高图像品质头的排出口的尺寸,并且待排出的液滴的尺寸也大。对于如摄影输出头等排出微小液滴的头,当采用日本特开平 10-235874 号公报中的配置时,液滴分离机质与传统的分离机质相比基本上没有改变,并且可以通过切割尾部获得的值(液滴长度)是至多大约 $5\mu\text{m}$,尽管该值取决于排出速度。也就是说,根据日本特开平 10-235874 号公报中的配置,当排出量大时,如在传统的情况中那样,获得一定程度的卫星液滴减少效果。然而,当排出量水平与用于获得上述摄影品质的头对应的头的排出量水平一样小时,几乎不能获得卫星液滴减少效果。

[0009] 因此,本发明人认为:为了进一步缩短尾部的长度,以减少卫星液滴,排出液体的分离时刻应该充分提前。也就是说,在从排出口向外伸长的排出液体与排出口内的液体分离期间,排出液体的头部持续向前。从而,排出液体与排出口中的液体分离的时刻越早,飘浮液滴的尾部越短。从该观点看,优选排出液体的分离时刻前移到消泡过程的中间。

[0010] 然而,在仿效传统的分离机质的情况下,难以使排出液体 的分离时刻提前。

[0011] 解决问题的方式

[0012] 作为用于解决上述问题的方式,根据本发明的第一方面,一种液体排出头,其中,通过从能量产生元件向液体施加能量而从排出口排出液体,该排出口在排出口的关于液体排出方向的截面中包括:至少一个突起,该突起是凸状并且形成在排出口内;用于保持液面的第一区域,当液体从排出口排出时所述液面与伸长到排出口外部的柱状液体连接,该排出口在形成第一区域的状态下还包括第二区域,该第二区域沿与液体排出方向相反的方向吸引排出口中的液体,并且第二区域的流阻低于第一区域的流阻;第一区域从突起的前端沿突起的凸出形成方向形成,第二区域形成在突起的两侧,并且满足 $1.6 \geq (x_2/x_1)$,其中, x_1 表示突起的关于突起的凸出形成方向的长度, x_2 表示突起的根部的关于突起的宽度方向的宽度。

[0013] 此外,根据本发明的第二方面,一种液体排出头,其中,通过从能量产生元件向液体施加能量经排出口排出液体,该排出口在排出口的关于液体排出方向的截面中包括:等于或者小于三个的凸状突起,该突起是凸状的并且位于排出口内;当 x_1 表示突起的关于突起的凸出形成方向的长度,而 x_2 表示突起的根部的关于突起的宽度方向的宽度时,满足 $1.6 \geq (x_2/x_1) > 0$ 。

[0014] 此外,根据本发明的第一方面所述的液体排出头,其中,通过从能量产生元件向液体施加能量而通过排出口排出液体,该排出口在排出口的关于液体排出方向的截面中包括:等于或者小于两个的突起,该突起是凸状的并且位于排出口内;当在排出口的关于

液体排出方向的截面中, H 表示沿突起的凸出形成方向从突起的前端到排出口的外边缘的距离或者沿突起的凸出形成方向从一个突起的前端到另一个突起的前端的距离, L 表示排出口的最大直径, a 表示突起的宽度, M 表示排出口的假想外边缘的最小直径时, 建立 $M \geq (L-a)/2 > H$; 排出口的截面中的突起的前端具有带曲率的形状, 或者具有带垂直于突起的凸出形成的方向的直线部的形状。

[0015] 本发明的液体排出方法, 其中, 利用上述第一方面所述的 液体排出头, 通过从能量产生元件向液体施加能量而从排出口排出液体, 该方法包括: 驱动液体通过排出口, 使得柱状液体从排出口向外伸长, 在排出口的关于液体排出方向的截面中, 该排出口包括: 至少一个突起, 其是凸状的并且形成在排出口内; 第一区域和多个第二区域, 第二区域的流阻低于第一区域的流阻, 在第一区域中保持与伸长到排出口外部的柱状液体连接的液面, 同时, 在第二区域中, 沿与所述方向相反的方向吸引排出口中的液体, 在第一区域中保持液面时, 从第一区域中的液面分离伸长到排出口外部的柱状液体, 从排出口排出液体, 其中, 第一区域从突起的前端沿突起的凸出形成方向形成, 第二区域形成在突起的两侧。

[0016] 本发明的优点

[0017] 如上所述, 根据本发明, 伸长到排出口外部的排出液体与保留在排出口中的液体分离的时刻可以显著地提前, 并且能够更大地减少使图像品质劣化的卫星液滴和薄雾。

[0018] 通过以下参照附图对典型实施例的说明, 本发明的进一步特征将变得明显。

[0019] 附图说明

[0020] 图 1A、图 1B 和图 1C 是可适用于本发明的液体排出头的喷嘴的剖视图, 并且是分别示出从排出口观察的加热器和流路的形状、以及排出口的形状的图。

[0021] 图 2 是示出沿图 1B 中的线 A-A 截取的头剖视图中的排出过程的图。

[0022] 图 3 是示出沿图 1B 中的线 B-B 截取的头剖视图中的排出过程的图。

[0023] 图 4 是示出图 2 和图 10 中的液柱粗度的最小直径与排出过程之间的关系关系的图。

[0024] 图 5A、图 5B 和图 5C 是示出可适用于本发明的液体排出头的排出口形状的示意图, 其中, 分别是形成一个突起、形成三个突起、沿圆形排出口形成两个突起的图。

[0025] 图 6A、图 6B 和图 6C 是示出使用图 1A、图 1B 和图 1C 中的头的液体排出的示意图。

[0026] 图 7 是示出可适用于本发明的液体排出装置的主要部分的示意性立体图。

[0027] 图 8 示出安装在可适用于本发明的液体排出记录装置上的盒。

[0028] 图 9A 和图 9B 是可适用于本发明的液体排出头的主要部分的示意性立体图以及排出口的放大图。

[0029] 图 10 是示出采用传统的圆形排出口的 BJ 排出系统的排出过程的图。

[0030] 图 11A、图 11B、图 11C、图 11D、图 11E 和图 11F 是示出用于制造可适用于本发明的液体排出头的过程的示意图。

[0031] 图 12 是示出采用传统的圆形排出口的 BTJ 排出系统的排出过程的图。

[0032] 图 13 是示出沿垂直于突起的方向观察的根据一个实施例的 BTJ 排出系统的排出过程的图。

[0033] 图 14 是示出从突起方向观察的根据实施例的 BTJ 排出系统的排出过程的图。

[0034] 图 15 是示出用于本实施例的示例的头的示意图。

[0035] 图 16A 和图 16B 是示出根据实施例的示例的头的示意图。

- [0036] 图 17 是可适用于本实施例的排出口的示意图。
- [0037] 图 18A 和图 18B 是用于比较例中的排出口的示意图。
- [0038] 图 19A 和图 19B 是用于比较例中的排出口的示意图。
- [0039] 图 20 是示出本实施例的突起和形成在突起之间的液体的运动的示意图。
- [0040] 图 21A 和图 21B 是示出比较例中的突起和形成在突起之间的液体的运动的示意图。

具体实施方式

[0041] 在本说明书中,“记录”表示形成如图形等有意义的信息。另外,不管是否有意义,并且不管信息是否可视以便视觉上可觉察,“记录”包括通常在记录介质上形成图像、设计、图案等。此外,“记录”还包括通过将液体施加到介质来处理介质的情况。此外,“记录介质”不仅表示一般的记录装置使用的纸,而且广义上表示如布、塑料膜、金属板、玻璃、陶瓷、木材或者皮革等可以接收墨的介质。此外,“墨”或者“液体”表示将被施加到记录介质以形成图像、设计、图案等的材料。此外,还包括用作处理剂以处理记录介质、或者凝固施加到记录介质的液体或者防止液体溶解的液体。“流阻”表示液体运动的容易程度,例如,由于在狭窄部分内液体不容易运动,因此流阻增加,而由于在宽阔部分内液体容易运动,因此流阻减小。假定认为在本说明书中使用的如平行、垂直和直线等术语包含与制造误差大约等同的范围。

[0042] 关于液体排出装置

[0043] 图 7 是示出可适用本发明的液体排出头、以及作为采用该液体排出头的液体排出装置的示例性的液体排出记录装置(喷墨打印机)的主要部分的示意性立体图。

[0044] 液体排出记录装置在壳体 1008 中包括输送单元 1030,该输送单元 1030 沿箭头 P 所示的方向间歇地输送作为记录介质的薄片 1028。另外,液体排出记录装置包括:记录单元 1010,其平行于方向 S 移动,该方向 S 与输送薄片 1028 的方向 P 垂直,并且液体排出头被设置于该记录单元 1010;以及移动驱动部 1006,其用作使记录单元 1010 往复移动的驱动部件。

[0045] 输送单元 1030 包括:彼此平行并且相对布置的一对辊单元 1022a 和 1022b 以及一对辊单元 1024a 和 1024b;以及驱动部 1020,其驱动这些辊单元。当驱动部 1020 运转时,薄片 1028 被辊单元 1022a 和 1022b 以及辊单元 1024a 和 1024b 夹着并且沿方向 P 间歇地输送。

[0046] 移动驱动部 1006 包括带 1016 和电动机 1018。带 1016 缠绕以预定间隔装配在转轴上、从而彼此相对的皮带轮 1026a 和 1026b,并且带 1016 被定位成与辊单元 1022a 和 1022b 平行。电动机 1018 使带 1016 沿向前方向和相反方向移动,该带 1016 与记录单元 1010 的滑架构件 1010a 联接。

[0047] 当电动机 1018 运转并且沿箭头 R 所示的方向转动带 1016 时,滑架构件 1010a 沿箭头 S 所示的方向移动预定距离。此外,当沿与箭头 R 所示的方向相反的方向移动带 1016 时,滑架构件 1010a 沿与箭头 S 所示的方向相反的方向移动预定距离。此外,在用作滑架构件 1010a 的原始位置的位置处,用于进行记录单元 1010 的排出回收处理的回收单元 1026 与记录单元 1010 的墨排出面相对布置。

[0048] 记录单元 1010 包括可拆卸地设置到滑架构件 1010a 的盒 1012。对于如黄色、品红色、青色和黑色等各颜色,分别准备盒 1012Y、1012M、1012C 和 1012B。

[0049] 关于盒

[0050] 图 8 示出可以安装在上述液体排出记录装置上的示例盒。本实施例的盒 1012 是串行型(serial type),主要部分由液体排出头 100 和保持如墨等液体的储液器 1001 构成。形成有助于排出液体的多个排出口 32 的液体排出头 100 与稍后将说明的各实施例对应。通过液体供给通路(未示出)将如墨等液体从储液器 1001 导入到液体排出头 100 的公共储液室。对于本实施例的盒 1012,液体排出头 100 和储液器 1001 一体地形成。然而,可以采用储液器 1001 可被连接到液体排出头 100、从而可以更换的结构。

[0051] 现在将说明可安装在上述液体排出记录装置上的液体排出头。

[0052] 液体排出头的结构

[0053] 图 9A 是具体地示出可适用于本发明的液体排出头的主要部分的示意性立体图,未示出例如用于驱动发热元件的电布线。图 9A 中的箭头 S 表示在液体排出头排出液滴的记录操作期间,该液体排出头与记录介质相对于彼此移动的方向(主扫描方向)。在本实施例中,如图 7 所示,示出在记录操作期间液体排出头相对于记录介质移动的例子。

[0054] 基板 34 包括向流路供给液体的供给口 33,该供给口 33 是长槽状的通孔。在供给口的沿长度方向的两侧,以 600dpi 的间隔将作为热能产生部件的发热元件(加热器)31 布置成列,并且以 Z 字方式定位该列,从而获得 1200dpi。流路壁 36 和具有排出口 32 的排出口板 35 被设置到基板 34 作为用于形成流路的流路形成构件。

[0055] 排出口的形状

[0056] 将通过采用图 1A、图 1B 和图 1C 说明可适用于本发明的排出口的形状。图 1A 是喷嘴的剖视图,图 1B 是加热器和流路的形状的图。图 1C 示出排出口的形状。

[0057] 如图 1C 所示,本发明的排出口的形状具有以下特征:在排出口中相对于外边缘向内形成至少一个突起。该突起对称地形成,并且排出口的最小直径 H 形成在突起之间的间隙处。突起的宽度或者突起之间的间隙成为高流阻区域 55,该高流阻区域 55 是流阻比排出口的其它部分的流阻显著提高的第一区域。并且在高阻区域 55 的边界处的两侧(突起的两侧位置),低流阻区域 56 被设置为第二区域。本发明点是在高流阻区域与低流阻区域之间存在足够的流阻差。因此,优选局部地布置突起,并且优选低流阻区域中的流阻不如未形成突起时的流阻高。只要采用该结构,对于排出口的外边缘,就可以采用如圆、椭圆或者四边形等任意形状。

[0058] 图 9B 是示出图 9A 中的示例排出口的放大图。一般地,因为由通过同一排出口排出的液滴在记录介质上形成行,因此由于液滴着落在纸面上的偏移位置而导致出现图像品质的下降。也就是说,沿与头扫描方向垂直的方向的液滴的位置偏移对图像品质的影响比沿头扫描方向 S 的液滴的位置偏移对图像品质的影响大。在图 9B 所示的具有一对突起的排出口形状的情况下,当突起不对称地形成时,由于突起的形状、特别是突起的长度的偏差(variance),已经着落的液滴沿突起延伸的方向(图 9A 和图 9B 中的方向 S)偏移。从而,优选排出口中的突起被布置成与头的主扫描方向 S 平行。利用该配置,可以减小由于突起形状的偏差对图像品质的影响。此外,对于全行(full-line)头使用宽度等于或者大于记录介质的宽度的头进行记录的情况,由于与上述相同的原因,优选沿主扫描方向(在头排

出液滴的记录操作期间头与记录介质相对于彼此移动的方向)形成突起。

[0059] 此外,优选对排出口面(与记录介质相对的面)35a进行防水处理,并且优选突起的排出口面侧是凸状的突起。由于防水层形成在排出口面和突起的排出口面侧,因此,更顺利地分离待排出的液体的后部。

[0060] 关于排出原理

[0061] 为了减少如上所述的卫星液滴,缩短液滴的从前端到后端的长度应该是有效的。从而,在本发明中,对液滴采用新的分离机制,以使液滴分离的时刻提前。将通过使用排出过程图说明该排出原理。

[0062] BJ排出的例子

[0063] 图2是本实施例的排出过程的图。图2示出气泡不与大气连通的气泡喷射(BJ)排出系统的排出状态。图2的(a)至(g)是沿图1B中的线A-A截取的头剖视图,而图3的(a)至(g)是沿图1B中的线B-B截取的头剖视图。图2中的(a)至(g)的各步骤对应于图3中的(a)至(g)的各步骤。

[0064] 首先,由于从图2中的(a)的状态到图2中的(d)的最大起泡状态的气泡生长过程与传统情况的气泡生长过程相同,因此无需对其进行说明。图2中的(d)的最大起泡状态中的气泡已经生长到排出口的内部。

[0065] 最大起泡状态下的气体处于远低于大气压的压力。因此,其后气泡的体积减小,并且周围液体被迅速吸引到气泡曾经所处的位置。因为该运动,同样在排出口内,液体朝向加热器返回。然而,由于排出口的形状如图1C所示,因此,从未形成突起的位置、即低流阻部自动地吸引液体。此时,形成在排出口的内侧面的内壁与柱状液体之间的低流阻部中的液面朝向发热元件极大地收缩呈凹状。另一方面,此时,液体试图保留在突起之间的部分、即高流阻部中。从而,如图2中的(e)所示,排出口内的排出口的开口端附近的液体保留,使得液面(液膜)仅在突起之间的高流阻部中延伸。也就是说,在高流阻区域(第一区域)中保持与伸长到排出口外部的柱状液体连接的液面,此外,在多个低流阻区域(第二区域)中,排出口内的液体被吸引到加热器。作为结果状态,液面极大地下降,在排出口内的多个(本实施例中是两个)低流阻部中形成凹状。对于柱状液体(液柱)52获得的该状态是如图6A、图6B和图6C所示的三维状态。

[0066] 此时,保留在突起之间的高流阻部中的液体量比根据柱状液体的直径确定的液体量少,由突起使液柱部分地变细,并且形成“收缩部”。

[0067] 这里,图6A是示出从垂直于突起的方向观察的液柱的状态的模拟的立体图。图6B是示出液柱的“收缩部”的模拟的放大立体图。沿图6A和图6B中的两个方向说明由突起的上部形成在液柱的根部处的“收缩部”。

[0068] 其后,在突起之间的高流阻区域中保持与伸长到排出口外部的液柱连接的液面(液膜),并且在突起的上部处形成于高流阻区域中的液柱的收缩部中进行伸长到排出口外部的液柱的分离(图6C)。由于按照该时刻分离排出的液体,因此分离时刻可以被调整成比传统时刻早1至2 μ sec以上发生。也就是说,假定液滴的排出速度是15m/sec,则尾部的长度减小15~30 μ m以上。

[0069] 此时,几乎不对突起之间的液体施加伴随消泡将液体吸引到加热器的力。因此,与传统的情况不同,速度矢量不表示与飘浮的排出液滴的速度矢量的方向相反的方向,并且

液滴后端的速度比传统的速度充分地快。此外,不会出现排出液体的液柱部伸长和基本上细长的现象,结果,顺利地分离排出液体。并且显著地抑制分离排出液体(液柱)时通常出现的薄雾。

[0070] 然后,由于表面张力,飘浮液滴的后端成为球状,并且被分成主液滴和副液滴(卫星液滴)。应该注意,当液滴后端的速度与前端的速度之差非常小时,被分离的卫星液滴在飘浮期间或者在纸面上结合,防止形成细长的基本上分离的卫星液滴。

[0071] 图4是示出本发明的排出过程的图2(线P)中和示出传统排出过程的图10(线Q)中的液柱粗度的最小直径与排出步骤之间的关系关系的图。应该注意,液柱粗度的最小直径是指在迫使通过排出口排出的液柱中,除了用作主液滴的球状部外,沿排出方向具有最小截面的部分的直径。此外,沿水平轴的(d)至(g)对应于图2和图10中的各步骤。

[0072] 在图4中,因为通过将传统的圆形排出口分割成两个半圆部分并且在半圆部分之间插入突起来形成本发明的排出口,从而与传统的排出口相比,排出口的最大直径增加,因此初始液柱的粗度不同。

[0073] 如上所述,根据传统的配置,随着时刻流逝,液柱粗度的最小直径以几乎稳定的速率减小。另一方面,根据本发明的配置,发现:在消泡过程期间,由于得到液柱粗度的最小直径所需的时刻导致变化率突然改变。如上所述,这很可能是因为,由于伴随消泡吸引部分弯月面,因此与由突起保持的液柱接触的液体量突然减少,并且在液柱的根部形成收缩部。从而,在步骤(e),感觉到液柱的粗度变得极小,排出液体的分离时刻提前并且发生分离的时刻的比传统时刻早。

[0074] BTJ排出的例子

[0075] 图13是本实施例的气泡与大气连通的BTJ(喷泡式)的排出状态的示意图。图13的(a)至(g)是从垂直于突起的方向截取的头剖视图,图14的(a)至(g)是从突起的方向截取的头剖视图。图13中的步骤(a)至(g)对应于图14中的步骤(a)至(g)。将省略与上述BJ排出系统对应的部分的说明。作为进行BTJ的条件,与先前的BJ例子相比,仅需减小从加热器到排出口的距离OH(至 $20 \sim 30 \mu\text{m}$)(图1A、图1B和图1C)。从而,气泡进一步向上(排出口方向)生长(图13的(d)),弯月面进一步向排出口内部缩回,并且与喷嘴中的气泡连通(图13的(f))。这样,在低流阻区域中,弯月面容易缩回,并且在较早的时刻准备液膜在突起之间延伸的状态,并且液滴的分离时刻提前。

[0076] 此外,如图12所示,在不具有突起的传统排出口的使用状态的情况下,排出液滴的尾部的后端弯曲,并且卫星液滴沿着偏离主液滴的轨迹的轨迹飘浮。然而,当如本实施例那样形成突起时,与传统的BTJ相比,不仅能够获得排出液滴的分离时刻提前以及尾部缩短的效果,而且能够产生分离时防止图12的(g)所示的尾部弯曲的效果。这是因为,如图13和图14所示,在排出口的突起之间进行液滴的分离,从而总是在排出口的中央进行液滴分离。因此,保持排出液滴的飘浮轨迹的直线性,并且可以防止卫星液滴的产生以及图像的劣化。

[0077] 关于突起的形状

[0078] 现在将更加详细地说明用于本发明的突起的优选形状。这里,突起的形状表示当从液体排出方向观察排出口时得到的突起的形状,即排出口沿液体排出方向的截面形状。

[0079] 图17示出本实施例中的排出口的形状。为了适当地形成上述高流阻区域55和低

流阻区域 56, 优选低流阻区域中的最短部分的长度 W 大于由突起形成的最短距离 (突起间的间隙)。

[0080] 应该注意, 当突起的数量是两个以下时, 并且当除了具有曲率的前端部和根部之外, 突起的宽度基本上相同时, 满足 $M \geq (L-a)/2 > H$, 其中, M 表示当未形成突起时排出口的外边缘的最小直径 (在如本实施例那样的两个突起的情况下, 是从一个突起的根部到另一个突起的根部的距离。在一个突起的情况下, 是从突起的根部到对应边缘的距离); L 表示排出口的最大直径; a 表示突起的宽度; H 表示沿突起的凸出方向从突起的前端到排出口的边缘的距离。然后, 在排出口的半圆部分的面积与突起之间的面积之间获得适于本发明的排出方法的平衡 (balance)。更优选地, $M \geq (L-a)$ 。此外, 突起间的间隙 H 大于 0, 并且当在突起之间保持液膜时, 提供本实施例的排出系统。

[0081] 图 17 中的 X 表示突起区域。突起区域 X 是由下面的两边形成的矩形或正方形: 沿突起在喷出口的内部延伸的方向 (突起的凸出方向) 的突起的长度 (x_1 : 从突起的根部到前端的长度); 以及沿突起的宽度方向的突起的根部的宽度 (x_2 : 从突起的根部上的弯曲点穿过突起的根部到相反侧的弯曲点的直线距离)。当用于 x_2 的弯曲点不清楚时, 从喷出口的外周到突起的根部的切线的两个点被认为是弯曲点。在本实施例中, 由于突起位于 $0 < x_2/x_1 \leq 1.6$ 的范围中, 因此可以增加用于保持突起之间的液面的力, 并且可以在排出口的表面附近适当地保持突起之间的弯月面直到液滴分离的瞬间, 并且可以减小尾部的长度。此外, 由于建立了 $M \geq (L-x_2)/2 > H$ 的范围, 因此排出口的半圆部分的面积与突起之间的面积之间的平衡更适于进行本发明的排出方法。

[0082] 在本发明中, 由于在突起之间形成并保持液膜, 因此, 在形成液柱后的早期阶段, 在液膜的靠近排出口表面侧切断液柱, 并且该液柱被作为液滴排出。从而, 排出液滴的尾部变短。也就是说, 在突起之间保持液膜直到液滴分离的瞬间是重要的, 突起的前端形状应该形成容易保持形成在突起之间的液膜 (容易保持表面张力) 是必要的。

[0083] 图 20 是用于说明在根据本实施例的气泡收缩过程中排出口内的液体运动的示意图。本实施例的排出口采用以下形状: 形成半圆部分并且在半圆部分之间插入突起。因此, 在气泡收缩过程中, 向图 20 所示的低流阻区域施加力, 从而如白色所示, 弯月面以半圆状向加热器侧下降, 并且如阴影所示趋于保持突起之间的液膜。此外, 在突起的两侧设置直线部, 由于直线部彼此平行, 因此低流阻部处的弯月面趋于以半圆状下降得更多。此外, 在本实施例中, 已经示出突起的前端具有曲率的例子; 然而, 突起的前端可以是具有垂直于突起的凸出方向的直线部的形状, 例如突起的前端可以是四边形, 而仍然获得本实施例的效果。

[0084] 由于采用上述突起以及排出口的形状, 因此, 如图 6B 和图 6C 中的模拟所示, 用于保持突起之间的液膜的力高。在图 6B 中的形成液柱期间, 以及图 6C 中的液柱与液膜分离并飘浮之后, 在突起之间保持液膜。因此, 液柱与液膜分离的位置靠近排出口的表面, 从而可以缩短待排出的液滴的尾部长度, 这导致卫星液滴的减少。

[0085] 另外, 如图 1A 中的剖视图所示, 由于弯月面的位置的对称性以及喷出的稳定性, 优选喷出口的沿液体喷出方向的中心轴线垂直于喷出口的表面和能量产生元件。在排出口部的中心轴线不垂直于排出口的表面或者发热元件的情况下, 在排出口部中的弯月面位置朝向发热元件移动的气泡收缩阶段, 弯月面位置显著地不对称, 不能充分地获得本发明的效果。

[0086] 比较例的突起形状

[0087] 图 18A、图 18B、图 19A 和图 19B 示出比较例的突起的形状。图 18A 中的排出口是通过连接两个圆设置的形状。排出口的长边被定为 $20.0\ \mu\text{m}$ ，而短边被定为 $4.5\ \mu\text{m}$ 。对于图 18A 中的由虚线四边形表示的突起区域 X， x_1 （朝向排出口的中心的的方向）被认为是 $2.9\ \mu\text{m}$ ，而 x_2 （突起根部的宽度）被认为是 $9.8\ \mu\text{m}$ 。 $x_2/x_1 = 3.4$ 。图 18B 示出排出模拟，该排出模拟对应于图 3 中的 (e) 与 (f) 之间的某一时刻、或者图 14 中的 (e) 与 (f) 之间的某一时刻。参照图 18B，在液柱与排出口中的液体分离之前，突起之间的液体的保持开始破坏，液柱的待切割的一部分向排出口中的加热器侧下降。因此，待排出的液滴的尾部长度没有本实施例提供的形状的尾部长度短，这导致卫星液滴的产生。

[0088] 这是因为以下原因。由于图 18B 中的突起靠近前端突然变尖，并且前端的形状是带尖的，因此，当气泡收缩而将排出口中的液体向加热器侧吸收时，向弯月面施加与本实施例中的力不同的力。在气泡收缩期间，墨随着靠近排出口的内壁而缓慢地向加热器侧移动。从而，如图 21A 中的阴影部分所示，沿着排出口内侧保留液体，并且如白色部分所示，在排出口的中央施加力以使弯月面以连接两个圆状的形状下降。从而，突起之间的液体向加热器侧吸引，并且难以在突起之间保持液体。

[0089] 另一方面，对于图 19A 所示的排出口，突起的形状非常平缓。排出口的长边被定为 $20.6\ \mu\text{m}$ ，而短边被定为 $7.7\ \mu\text{m}$ 。对于图 19A 中的由虚线四边形表示的突起区域 X， x_1 （朝向排出口中心的方向）被认为是 $2.2\ \mu\text{m}$ ，而 x_2 （突起根部的宽度）被认为是 $8.2\ \mu\text{m}$ 。 $x_2/x_1 = 3.7$ 。图 19B 示出排出模拟，该排出模拟对应于图 3 中的 (e) 与 (f) 之间的间隔、或者图 14 中的 (e) 与 (f) 之间的间隔。在图 19B 中与图 18B 中一样，在液柱与排出口中的液体分离之前，突起之间的液体的保持开始破坏，液柱的待切割的部分向排出口中的加热器侧下降。因此，待排出的液滴的尾部长度没有本实施例提供的形状的尾部长度短，这导致卫星液滴的产生。

[0090] 这是因为，当气泡收缩而将排出口中的液体向热器侧吸收时，向弯月面施加与本实施例的力不同的力。由于图 19B 中的突起非常平缓，因此，在保持液体的高流阻部和使弯月面向加热器侧下降的低流阻部之间几乎没有差别。从而，在气泡收缩期间，如图 21B 中的阴影部分所示，沿着排出口内壁保留液体，并且如白色部分所示，在排出口的中央部施加将液体向加热器侧吸引的力，使得难以在突起之间保持液体。

[0091] 可适用于本发明的排出口的其它形状

[0092] 接着，在本实施例中，图 15、图 16A 和图 16B 示出从垂直于加热器面的方向观察的例子。图 15 中的头结构是为两段排出口形成突起的形状。第一排出口 6 形成为与加热器上方的流路 5 连通；比第一排出口小的第二排出口 7 形成在第一排出口 6 上方；突起 10 形成在第二排出口 7 上。由于第一排出口大，因此可以抑制待排出的液体的阻塞，并且可以通过第二排出口形成微小液滴。此外，可以在第二排出口的突起处减小排出液体的尾部，另外，由于包括具有小流阻的第一排出口部，因此改进了排出效率。此外，由于喷嘴的向前阻力减小，因此气泡容易在排出口中向上生长，并且在气泡收缩期间，可以用较大的力在喷嘴中吸引弯月面，从而可以较早地准备液膜在突起之间延伸的状态，液滴的分离时刻提前。

[0093] 图 16A 和图 16B 是示出锥状突起的图。在图 16A 中，沿排出方向线性地形成排出口，并且突起为锥状，从而沿排出方向变窄。在图 16B 中，排出部与突起为锥状，从而沿排出

方向变窄。由于通过采用该形状使沿排出方向的阻力减小,因此可以获得与上述两段排出口提供的效果相同的效果,并且产生排出效率的增加和液滴分离时刻的减小的效果。此外,在图 16B 中,排出口和突起可以采用相同的锥角;然而,优选突起沿排出方向的锥度更大。当突起间的间隙在排出口的上侧(靠近排出口板的表面的一侧)比在下侧(加热器侧)窄时,保持在突起之间的液体的表面能量趋于增加。液膜很少向下移动到突起间的间隙增加的下侧,并且容易保持在上侧。因此,作为效果,待排出的液体容易在靠近排出口板的表面的位置处分离,并且使待排出的液滴的尾部缩短。

[0094] 在任一情况下,考虑到弯月面的位置的对称性以及喷出的稳定性,优选喷出口的沿液体喷出方向的中心轴线垂直于排出口的表面和能量产生元件,并且优选两段状和锥状都关于排出口部的中心轴线对称。

[0095] 此外,突起的数量不限于两个,并且还包括如图 5A 所示的一个突起的情况或者如图 5B 所示的三个突起的情况。当突起的数量是一个时,突起间的间隙 H 表示从突起的前端到排出口的外边缘的最短距离。此外,突起可以比将形成排出口的构件薄。此外,当存在多个突起时,可以为这些突起设置不同的尺寸。形成太多的突起不是优选的,因为排出口的形状变复杂,并且容易发生液体的阻塞。

[0096] 液体排出口头的制造方法

[0097] 只要基板 34 可以用作流路形成构件的一部分,并且可以起到发热元件、流路、排出口板等的支撑构件的功能,其材料就不受特别限制,可以采用例如玻璃、陶瓷、塑料或者金属。在本实施例中,采用 Si 基板(晶片)作为基板 34。可以通过使用激光束形成排出口,或者还可以采用如 MPA(镜面投影对准曝光器)等曝光装置,来利用感光树脂作为排出口板 35 以形成排出口。此外,通过如旋转涂覆等方法在基板 34 上形成流路壁 36,并且墨流路壁 36 和排出口板 35 可以作为一个构件同时获得。或者,可以通过平版印刷术使排出口图案化。

[0098] 图 11A、图 11B、图 11C、图 11D、图 11E 和图 11F 是示出用于本实施例的头制造处理的示意图。制备安装有驱动电路和加热器 31 的基板 34(图 11A)。将感光树脂涂布到图 11A 中的硅基板 34,进行曝光、显影以使用作流路的部分 38 图案化(图 11B)。然后,成为流路壁和排出口板的感光树脂 36 被涂布成覆盖用作流路的部分 38(图 11C)。对感光树脂 36 进行曝光和显影以使包括凸状突起 10 的排出口 32 具有图案(图 11D)。通过采用各向异性蚀刻技术,即采用由于硅的结晶定向造成的蚀刻速度的差异,从硅基板 34 的流路形成面的相反侧形成墨供给口 33(图 11E)。最后,通过溶剂溶解位于流路部的感光树脂 38,被溶解部分成为墨流路,从而完成中空的头(图 11F)。对于这样获得的头部,进行电安装,形成从墨盒向头部供给墨的供给路径,并且设置头盒。

[0099] 为了证实本发明的效果,在以下实施例中制造具有各种结构的头,并且对各个头进行评价。

[0100] 实施例 1、比较例 1

[0101] 在本实施例和本比较例中,通过频闪摄影术观察排出液体的状态,并且测量分离排出液体所需的时刻以及排出液体刚分离后从液滴的前端到后端的液滴的长度。应该注意,排出液体的分离时间段被认为是从向加热器施加电压直到液柱与液膜分离的时刻。调整加热器的通电时刻,使得获得 13m/s 的排出速度。墨的物理属性值是:粘度 = 2.1cps、表

面张力 = 30dyn/cm 以及密度 = 1.06g/cm³。卫星液滴的数量是在一次排出中观察到的卫星液滴的数量的 10 个样本的平均值。此外,还测量变成薄雾的粒子数。在下表 1 中示出实施例 1 和比较例 1 的头的结构以及测量结果。

[0102] 表 1

[0103]

排出口形状	排出口直径 ϕ [μm]	OH [μm]	流路高度 h [μm]	突起形状 [μm]				排出液体的分离时刻 [μs]	液滴长度 [μm]	卫星液滴数 (10 个样本的平均值)
				宽度 a	长度 $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
实施例 1	16.6	25	14	3	5.9	4.7	0.8	8.5	117	1.1
比较例 1-1 圆形	16.6	25	14	-	-	-	-	11	156	3
比较例 1-2 圆形	13	25	14	-	-	-	-	10	116	2.2

[0104] 在排出口内,一对突起 10 形成为在排出口的沿排出方向的截面中,突起的前端指向排出口的重心,并且连接前端的直线通过排出口的中心。在突起区域 X 中,突起的沿突起的凸出方向的长度 x_1 等于突起长度 b 。在没有突起的情况下,排出口的实际边缘的最小直径 M 表示从一个突起的根部到另一突起的根部的距离,并且等于表中的排出口的直径 ϕ 。排出口的最大直径 L 是由突起宽度 a 加上表中的 ϕ 的值获得的值。排出口的最小直径 H 表示突起之间的间隙,并且是通过从 ϕ 的值中减去 $b \times 2$ 的值而获得的值。关于突起宽度 a 与突起区域 x_2 的关系,由于通过照相平版印刷术曝光使突起的根部延伸,因此突起区域 x_2 比突起宽度 a 长几微米。在本实施例中, $x_2/x_1 = 0.8$ 并且 $x_1 \geq x_2$ 。

[0105] 如图 1A、图 1B 和图 1C 所示,流路 5 的高度 h 是 14 μm 。从作为发热元件的加热器 31 到排出口板 35 的表面的距离 (OH) 是 25 μm 。布置在产生气泡的气泡室中的每一个加热器 31 的尺寸均是 17.6 $\times$ 17.6 μm 。每一个排出口的长边 L 是 19.6 μm 。排出口的实际外边缘的短边 M、即从一个突起 10 的根部到另一突起的根部的距离是 16.6 μm 。突起的长度 b 是 5.9 μm ,突起的宽度 a 是 3 μm ,以及从一个突起的前端到另一突起的前端的距离 H 是 4.2 μm 。突起 10 的前端具有 2.2 μm 的曲率直径 R,并且是圆形的。排出量是大约 5.4ng。应该注意,突起与排出口板一样厚。排出口具有使得直径 ϕ 为 16.6 μm 的圆被分割成两个半圆部分,并且在半圆部分之间插入突起的形状。调整供给到加热器的电力,从而获得 13m/s 的液滴排出速度,并且进行该头的排出。

[0106] 作为比较例 1-1 的头,采用直径 ϕ 为 16.6 μm 的圆形排出口。其它结构与实施例 1 的其它结构相同。排出量是 5.8ng。根据比较例 1-1 的头,排出液体的分离时刻是 11 μsec ,而在实施例 1 中需要 8.5 μsec ,在实施例 1 中显著地减小了直到排出液体分离的时刻。实

实施例 1 中的液滴的长度是 $117\ \mu\text{m}$, 而对于比较例 1-1 的头的液滴的长度是 $156\ \mu\text{m}$ 。这表示液滴长度的减小值等于或者大于排出液体的分离时间引起的差值 (排出速度 $\times$ 分离时刻差值: $13\text{m/s} \times (11\ \mu\text{sec} - 8.5\ \mu\text{sec}) = 32.5\ \mu\text{m}$)。此时, 实施例 1 中的卫星液滴的数量平均是 1.1, 而对于比较例 1-1 的头, 卫星液滴的数量平均是 3。此外, 当测量变为薄雾的粒子数时, 在实施例 1 中是 15, 而对于比较例 1-1 的头是 3800。从上述结果明显看出, 与比较例 1-1 相比, 本实施例的结构显著减少了卫星液滴的数量。

[0107] 此外, 为了证实本发明的卫星液滴减少效果, 比较例 1-2 示出以下示例排出口: 其具有与实施例 1 的排出速度不同的排出速度, 但是具有基本上相同的液滴长度, 并且采用直径是 $13\ \mu\text{m}$ 的圆作为排出口的形状。此时的排出量是 3ng 。通过比较例 1-2 中的头, 排出液体的分离时刻是 $10\ \mu\text{sec}$, 液滴的长度是 $116\ \mu\text{m}$ 并且卫星液滴的数量是 2.2。

[0108] 当本实施例与比较例 1-2 比较时, 发现尽管尾部的长度几乎相等, 但是对于本实施例的头, 卫星液滴的数量少。这表明即使当通过减小直到排出液体分离所需的时刻来缩短液滴的长度时, 对于减少卫星液滴, 这并不是唯一有效果的。也就是说, 根据本发明的结构, 虽然尾部稍长, 但是由于分离排出液体的机构和时刻的差异, 主液滴部与排出液体的后端之间的速度差非常小。这也可以被认为是对减少卫星液滴有效的。此外, 通过由本发明的结构提供的排出液体的分离机制, 与传统结构相比, 变为薄雾的粒子数也显著减少。

[0109] 实施例 2、比较例 2

[0110] 在表 2 中, 除了头的结构 (排出口的直径、流路、OH 距离和突起形状) 之外, 示出在与上述实施例 1 的条件相同的条件下获得的结果。实施例 2-1 是以下例子: 如图 17 所示, 在直径是 $11\ \mu\text{m}$ 的半圆部分之间插入突起, 并且 M、L 及 H 与表中的值之间的关系与实施例 1 的相同。在本实施例中, $x_2/x_1 = 1.35$ 并且 $x_1 \geq x_2$, 以及排出量是 1.7ng 。比较例 2 采用直径是 $11\ \mu\text{m}$ 的圆形排出口, 并且排出量是 1.5ng 。根据本实施例中的具有突起的头, 与比较例中的圆形排出口相比, 液体分离时刻提前。此外, 可以证实缩短了排出液滴, 并且卫星液滴的数量减少。另外, 转变为薄雾的粒子数显著减少。

[0111] 表 2

[0112]

排出口形状	排出口直径 ϕ [μm]	OH [μm]	流路高度 h [μm]	突起形状 [μm]				排出液体的分离时刻 [μs]	液滴长度 [μm]	卫星液滴数 (10 个样本的平均值)
				宽度 a	长度 $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
实施例 2-1	11	17.5	7.5	3.5	4	5.4	1.35	4.5	55	0
比较例 2: 圆形	11	17.5	7.5	-	-	-	-	8	108	2.9

[0113] 实施例 3、比较例 3

[0114] 在表 3 中, 除了头的结构 (排出口的直径、流路、OH 距离和突起形状) 之外, 示出在与上述实施例 2 的条件相同的条件下获得的结果。

[0115] 实施例 3-1 至 3-5 是以下例子: 如图 17 所示, 表中记载的尺寸的突起被插在直径

是 $11\text{ }\mu\text{m}$ 的半圆部分之间,并且 M、L 及 H 与表中的值之间的关系与实施例 1 的相同。在这些实施例中,排出量是 1.7ng 。在 $1.6 \geq x_2/x_1$ 的范围中,如实施例 3-1 至 3-5 所示,结果获得少量卫星液滴。比较例 3-1 采用直径是 $11\text{ }\mu\text{m}$ 的圆形排出口,并且排出量是 1.6ng 。比较例 3-2 采用将长度是 0.7 的突起插在直径是 $11\text{ }\mu\text{m}$ 的半圆部分之间的形状,并且排出量是 1.7ng 。这里,在比较例 3-2 中,突起区域 X 的 x_1 是 $0.7\text{ }\mu\text{m}$, x_2 是 $3.0\text{ }\mu\text{m}$,并且 $x_2/x_1 = 4.3$ 。与所述的实施例相比,排出液体的分离时刻、液滴的长度以及卫星液滴都增加。

[0116] 表 3

[0117]

排出口形状	排出口直径 ϕ [μm]	OH [μm]	流路高度 h [μm]	突起形状 [μm]				排出液体的分离时刻 [μs]	液滴长度 [μm]	卫星液滴数 (10 个样本的平均值)
				宽度 a	长度 $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
实施例 3-1	11	20	7.5	2.1	3.3	3.5	1.1	6	79	1
实施例 3-2	11	20	7.5	3.3	3.5	4.9	1.4	6	79	1
实施例 3-3	11	20	7.5	3.5	4	5.4	1.4	6	76	1
实施例 3-4	11	20	7.5	3.2	5.3	5.0	0.9	6.5	76	1
实施例 3-5	11	20	7.5	2.6	2.9	4.6	1.6	6	79	1
比较例 3-1: 圆形	11	20	7.5	-	-	-	-	7.5	95	1.7
比较例 3-2	11	20	7.5	2	0.7	3.0	4.3	9	127	3.3

[0118] 实施例 4、比较例 4

[0119] 在表 4 中,除了排出口的直径增加得更多之外,示出在与上述实施例 3 的条件相同的条件下获得的结果。

[0120] 实施例 4 是以下例子:如图 17 所示,表中记载的尺寸的突起被插在直径是 $13\text{ }\mu\text{m}$ 的半圆部分之间,并且 M、L 及 H 与表中的值之间的关系与实施例 1 的相同。在本实施例中, $x_2/x_1 = 0.8$ 并且 $x_1 \geq x_2$ 。排出量是 2.3ng 。比较例 4 采用直径是 $13\text{ }\mu\text{m}$ 的圆形排出口并且排出量是 2.3ng 。根据这些,对于本实施例中的具有突起的头,证实:与比较例中的圆形排出口相比,液体分离时刻提前,排出液滴缩短并且卫星液滴减少。变为薄雾的粒子数也显著减少。

[0121] 表 4

[0122]

排出口形状	排出口直径 φ [μm]	OH [μm]	流路高度 h [μm]	突起形状 [μm]				排出液体的分离时刻 [μs]	液滴长度 [μm]	卫星液滴数 (10 个样本的平均值)
				宽度 a	长度 $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
实施例 4	13	20	7.5	2	4.4	3.5	0.8	6	75	0.1
比较例 4: 圆形	13	20	7.5	-	-	-	-	8.5	118	2.6

[0123] 实施例 5、比较例 5

[0124] 对于表 5, 采用相对于上述实施例 4 的结构改变结构 (排出口的直径、OH 距离、流路的高度、突起的形状) 的头。此外, 调整加热器的电力, 使得液滴的排出速度是 18m/s , 作为墨的物理属性值, 粘度 = 2.2cps 、表面张力 = 34dyn/cm , 密度 = 1.06g/cm^3 。

[0125] 实施例 5 是以下例子: 表中记载的尺寸的突起被插在直径是 $14.3\mu\text{m}$ 的半圆部分之间, 并且 M、L 及 H 与表中的值之间的关系与实施例 1 的相同。在本实施例中, $x_2/x_1 = 0.9$ 并且 $x_1 \geq x_2$ 。比较例 5 采用直径是 $13.6\mu\text{m}$ 的圆形排出口, 并且排出口的直径被选择为与实施例 5 中的 4.0ng 的排出量匹配。由于液滴的排出速度比上述实施例中的排出速度快, 因此卫星液滴的数量比上述实施例中的卫星液滴的数量增多。然而, 对于本实施例中的具有突起的头, 可以证实, 与比较例中的圆形排出口相比, 液体分离时刻提前, 排出液滴的长度减小并且卫星液滴减少。此外, 变为薄雾的粒子数也显著减少。

[0126] 表 5

[0127]

排出口形状	排出口直径 φ [μm]	OH [μm]	流路高度 h [μm]	突起形状 [μm]				排出液体的分离时刻 [μs]	液滴长度 [μm]	卫星液滴数 (10 个样本的平均值)
				宽度 a	长度 $b=x_1$	x_2	x_2/x_1			
实施例 5	14.3	26	16	3.3	5.5	5.1	0.9	11	207	4.9
比较例 5: 圆形	13.6	26	16	-	-	-	-	12	217	6.5

[0128] 如上所述, 对于各实施例, 通过使用所述实施例的头, 可以降低由于卫星液滴或者薄雾造成的图像品质的劣化。此外, 在上述实施例中, 已经采用使用加热器作为能量产生元件的例子。然而, 本发明不限于此, 并且可以适用于使用例如压电构件的情况。在采用压电构件的情况下, 不需要气泡收缩过程, 而是通过向压电构件施加电信号来使液室膨胀, 可以将弯月面引入排出口内部。

[0129] 虽然已经参照典型实施例说明了本发明, 但是应该理解, 本发明不限于所公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释, 以包含所有变形、等同结构和功能。

[0130] 本申请要求 2005 年 11 月 29 日提交的日本专利申请 No. 2005-343943 的优先权, 该日本专利申请的全部内容通过引用包含于此。

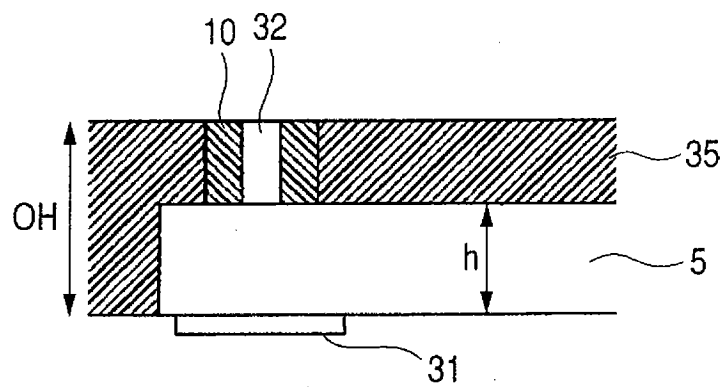


图 1A

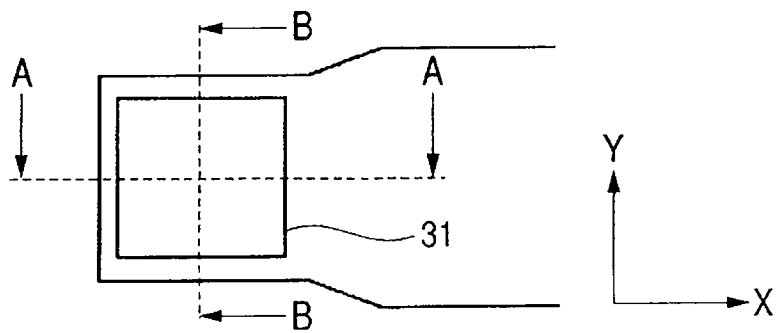


图 1B

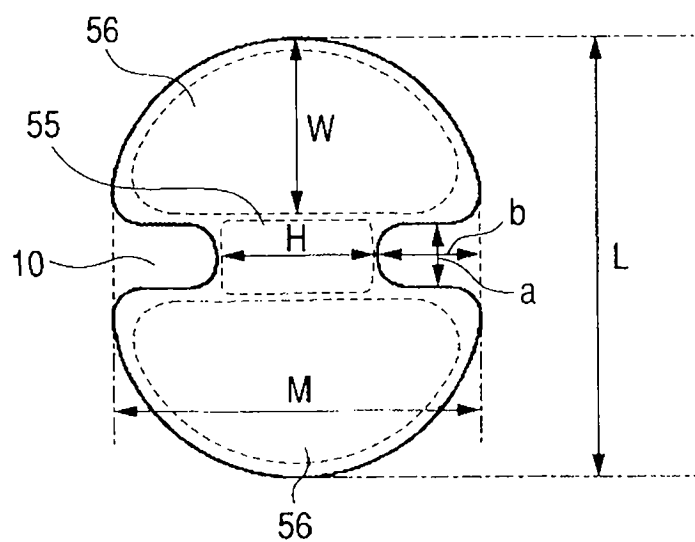


图 1C

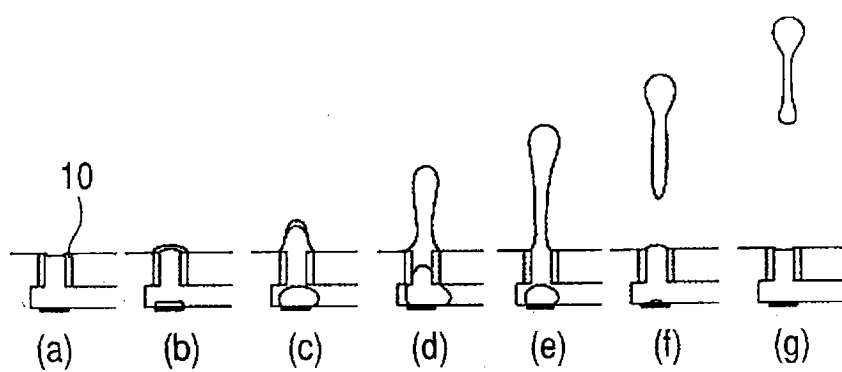


图 2

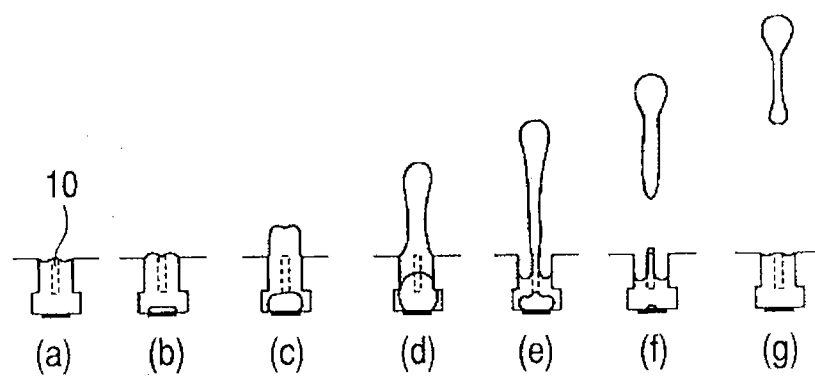


图 3

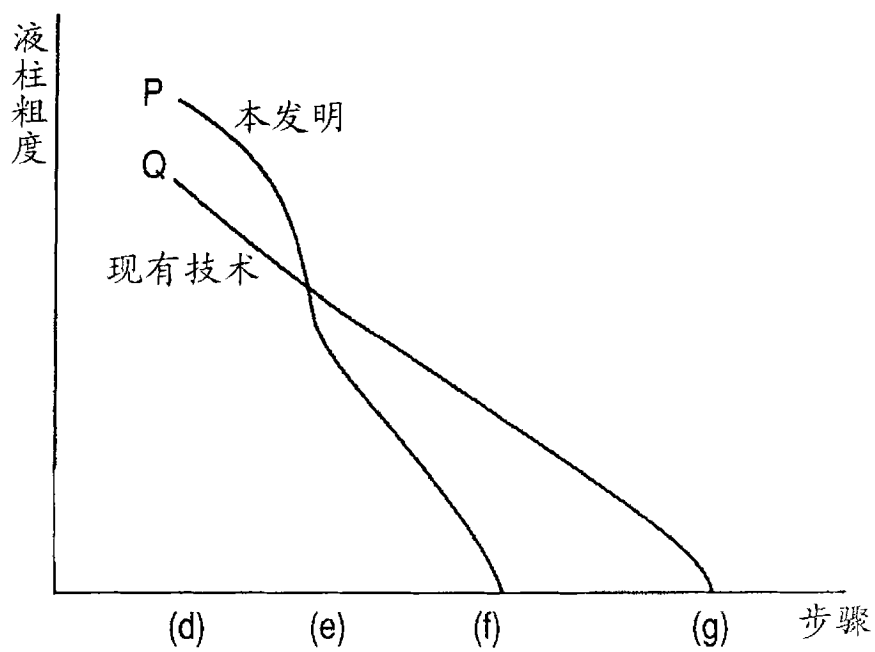


图 4

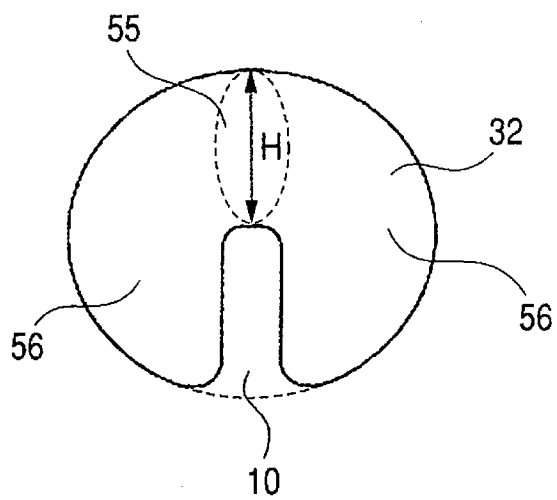


图 5A

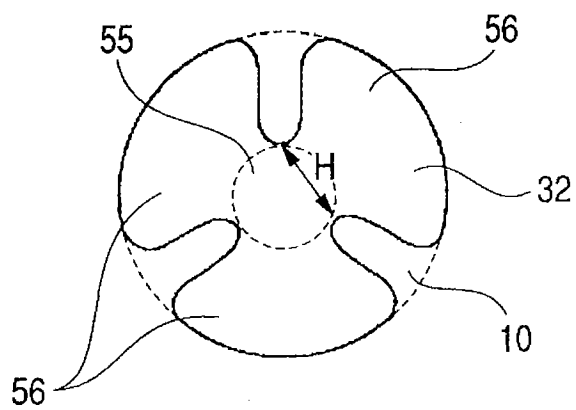


图 5B

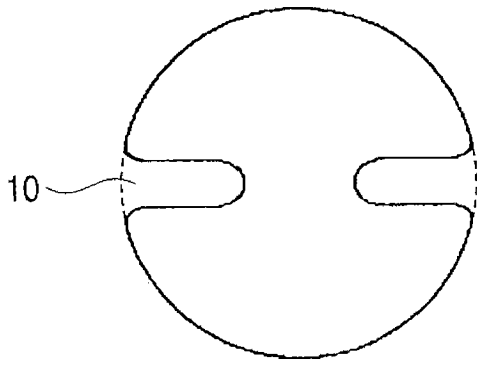


图 5C

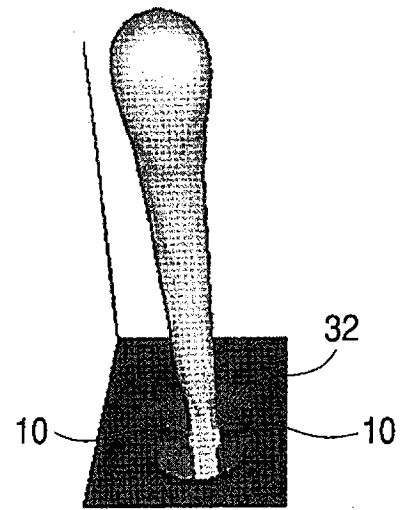


图 6A

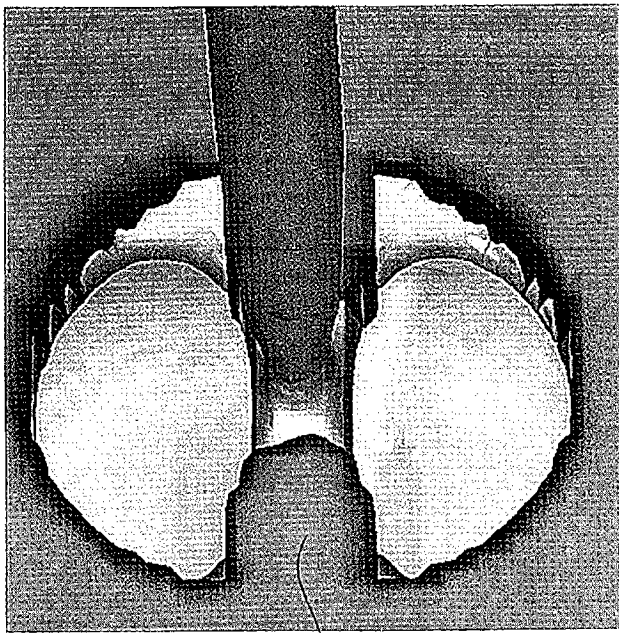


图 6B

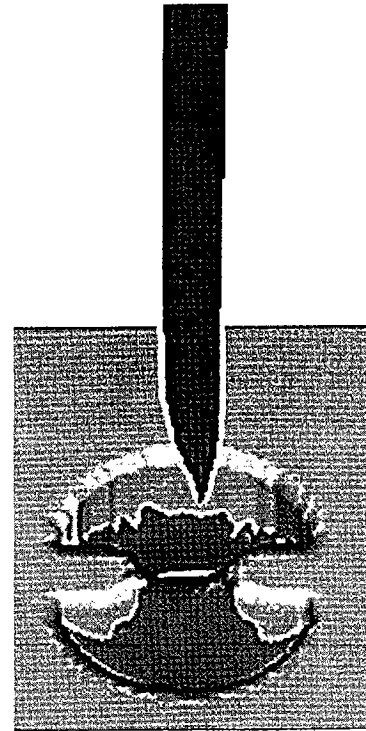


图 6C

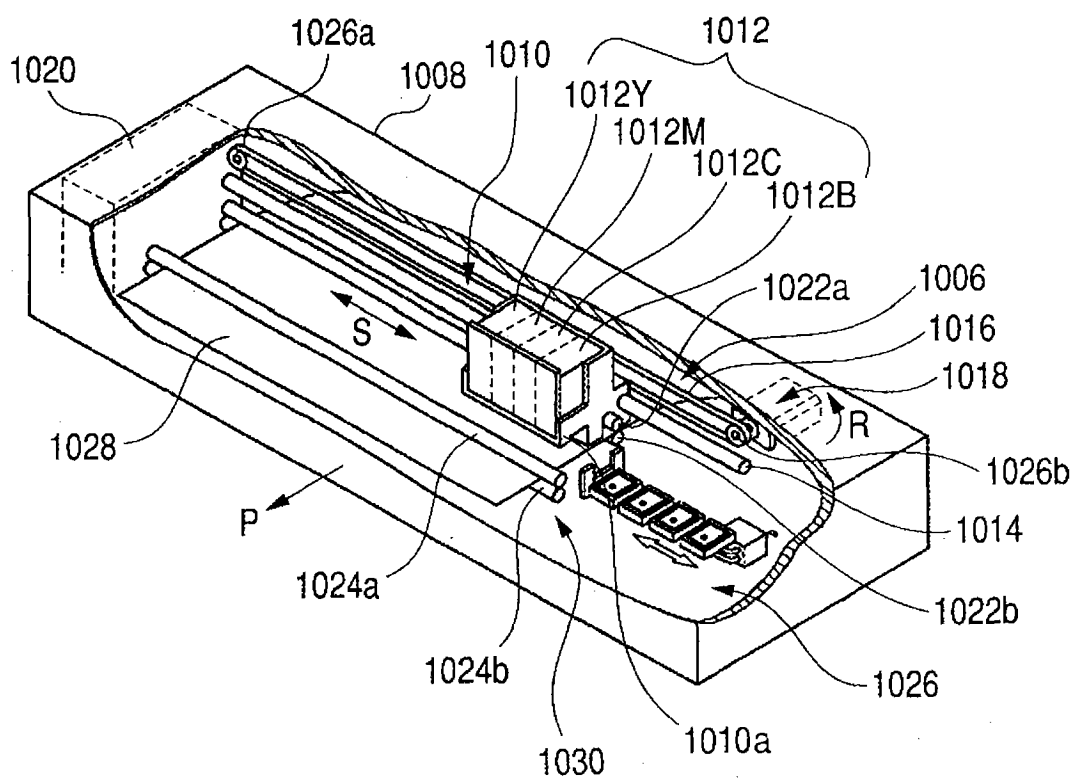


图 7

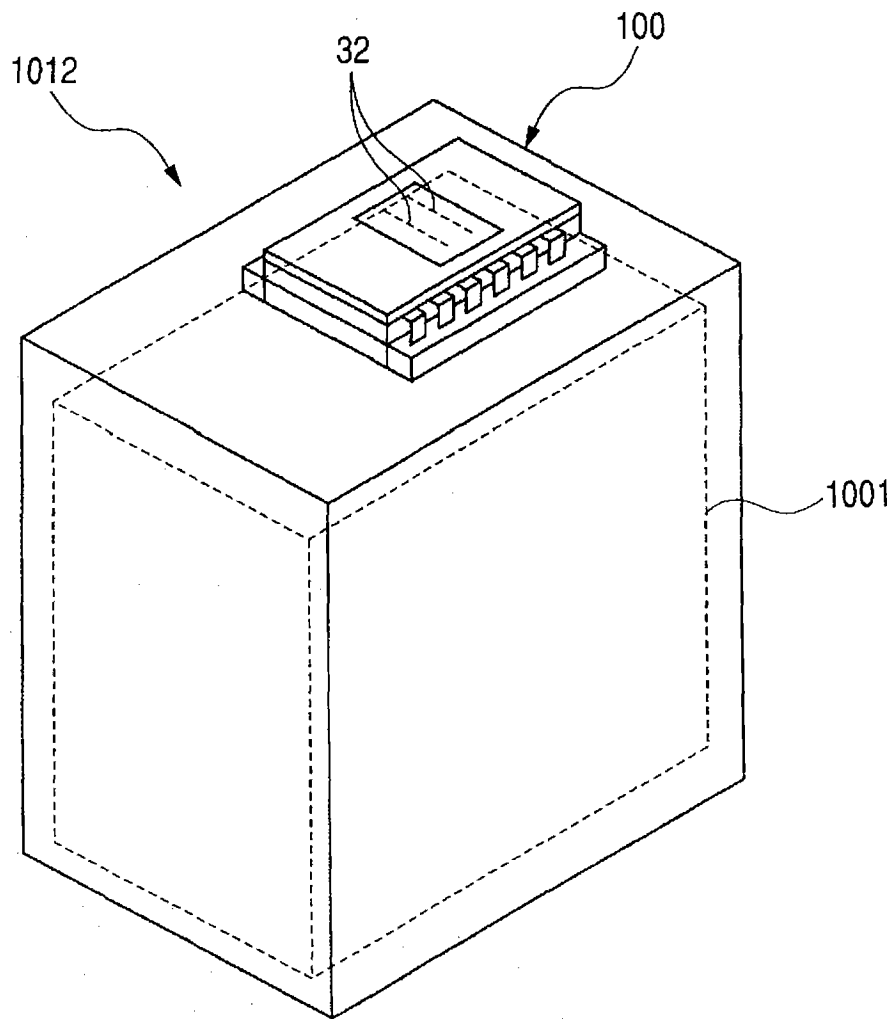


图 8

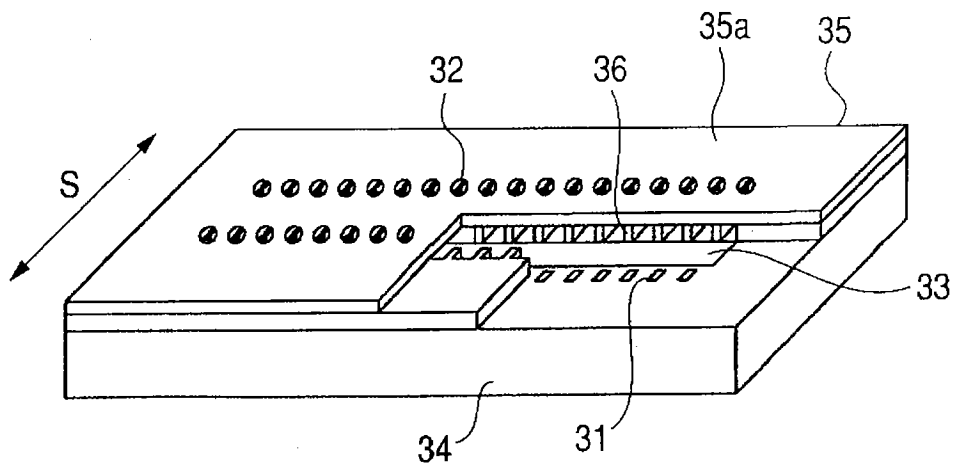


图 9A

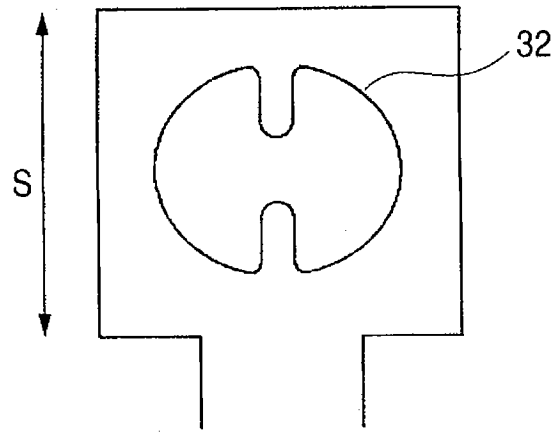


图 9B

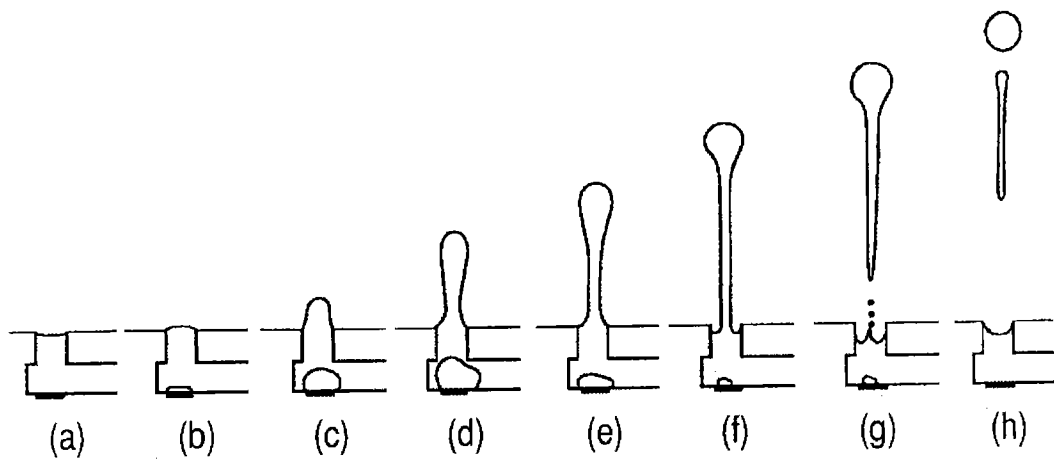


图 10

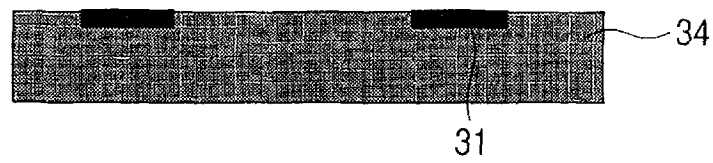


图 11A

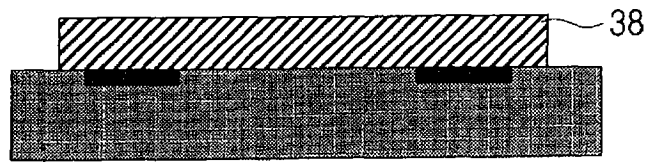


图 11B

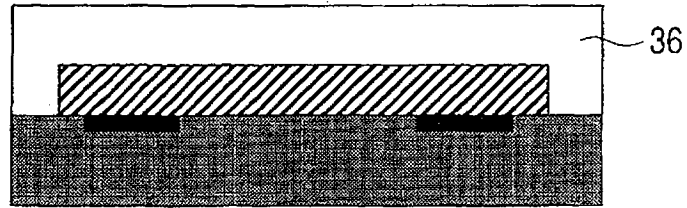


图 11C

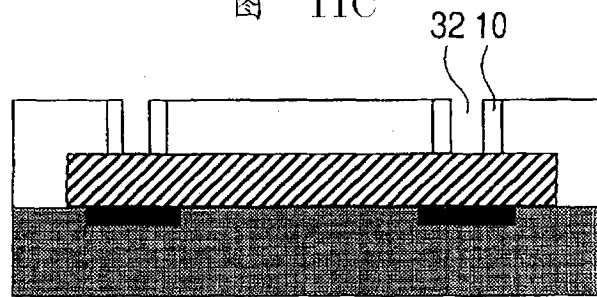


图 11D

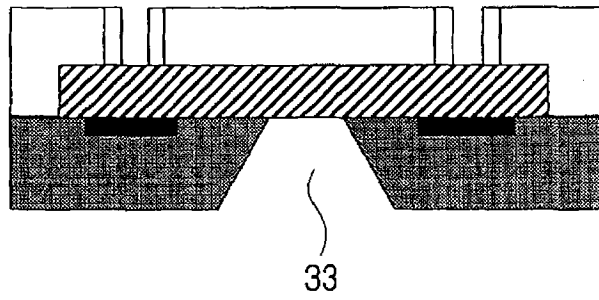


图 11E

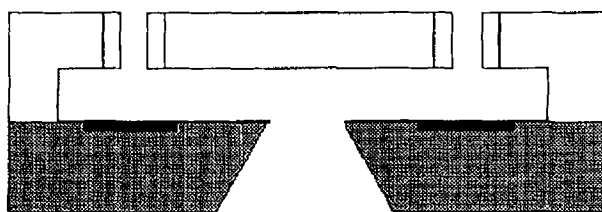


图 11F

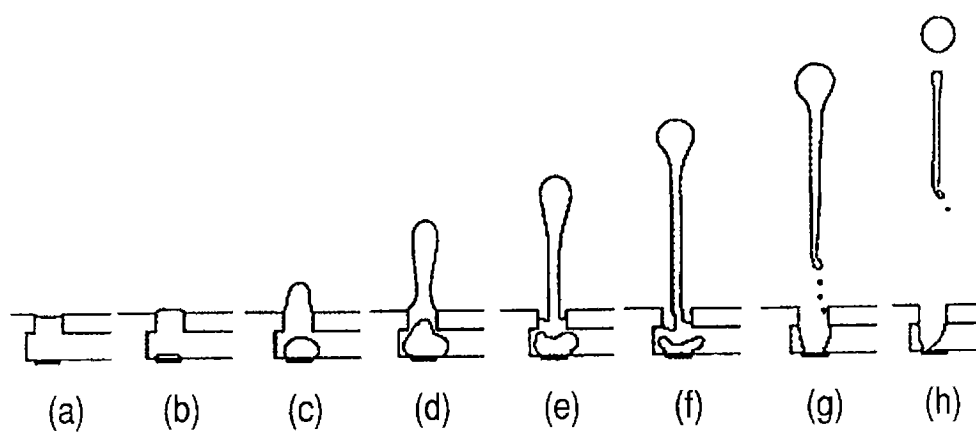


图 12

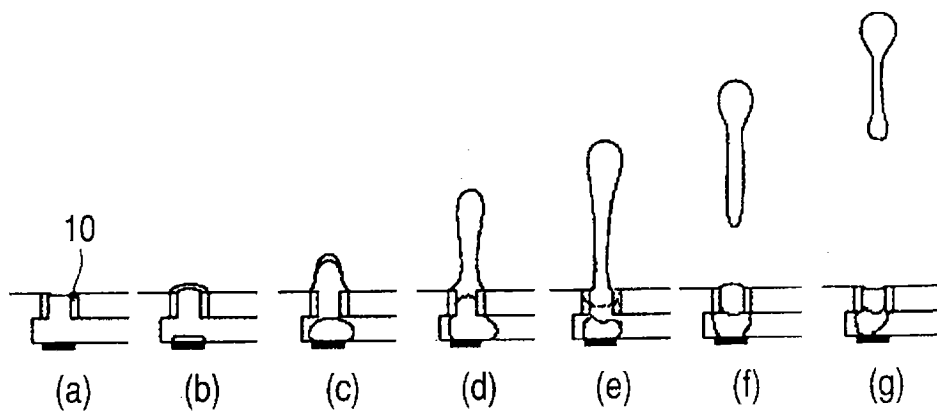


图 13

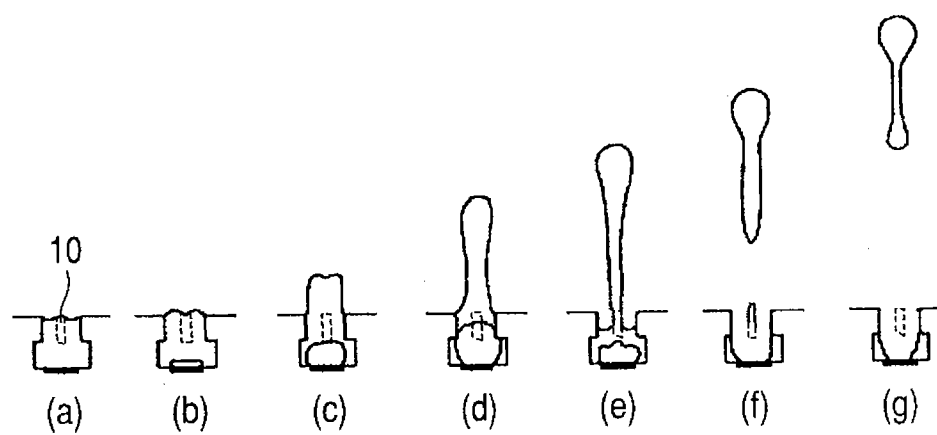


图 14

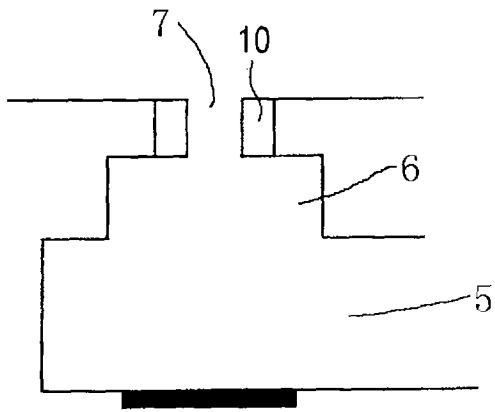


图 15

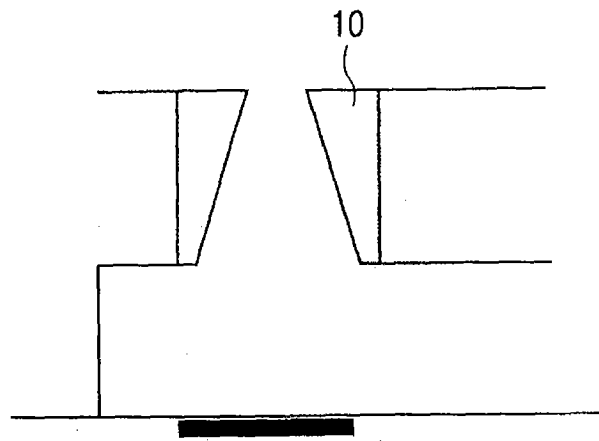


图 16A

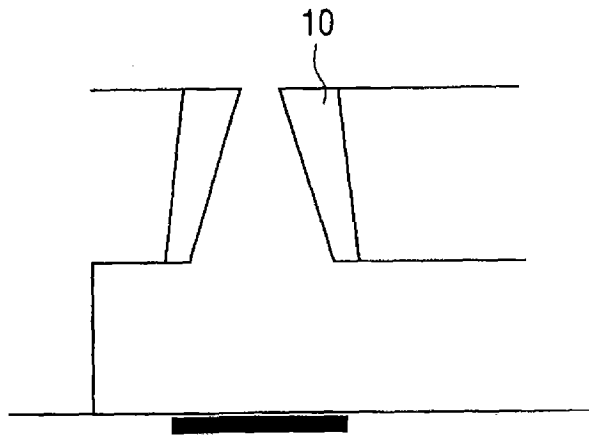


图 16B

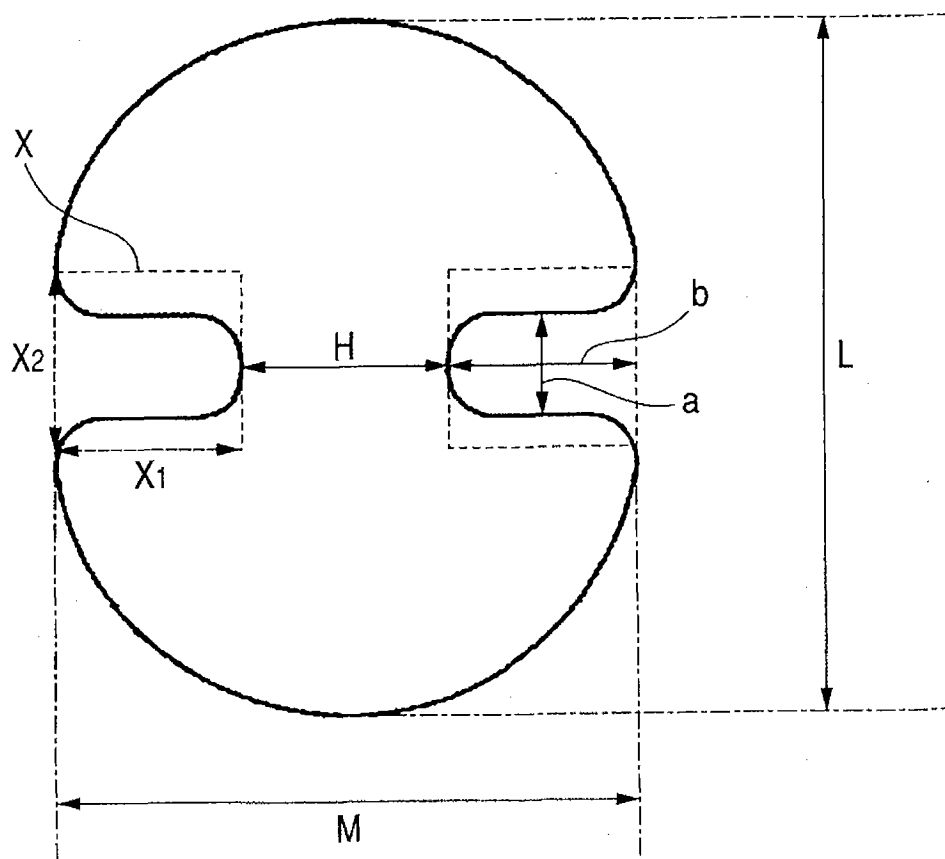


图 17

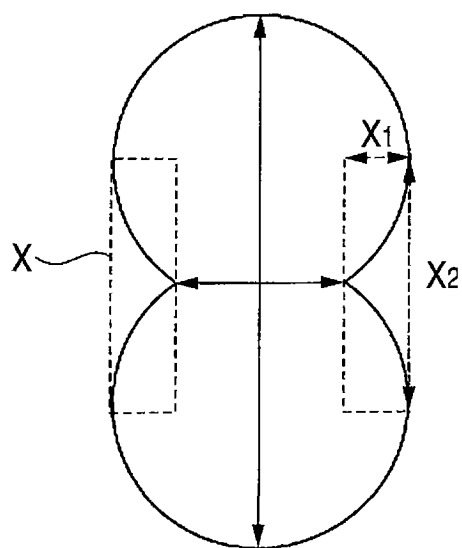


图 18A

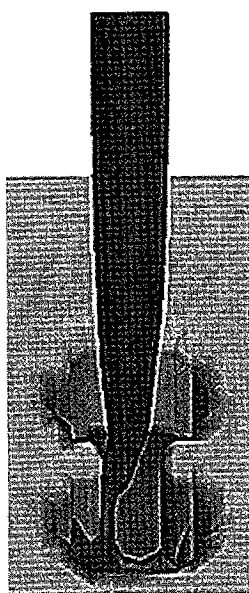


图 18B

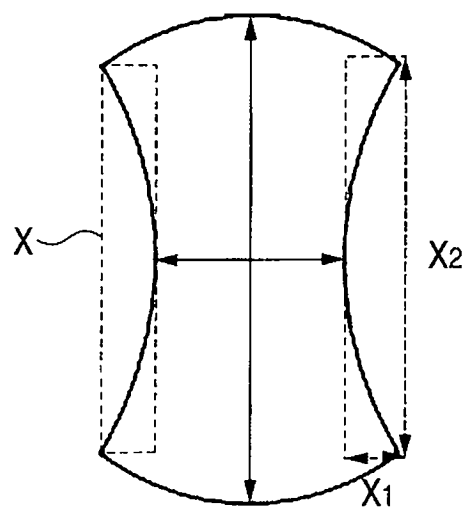


图 19A

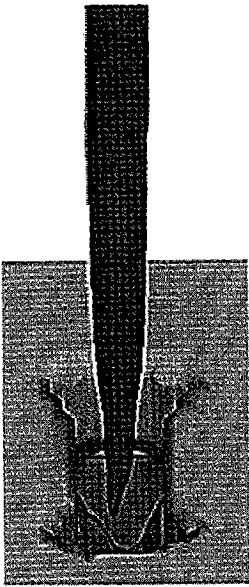


图 19B

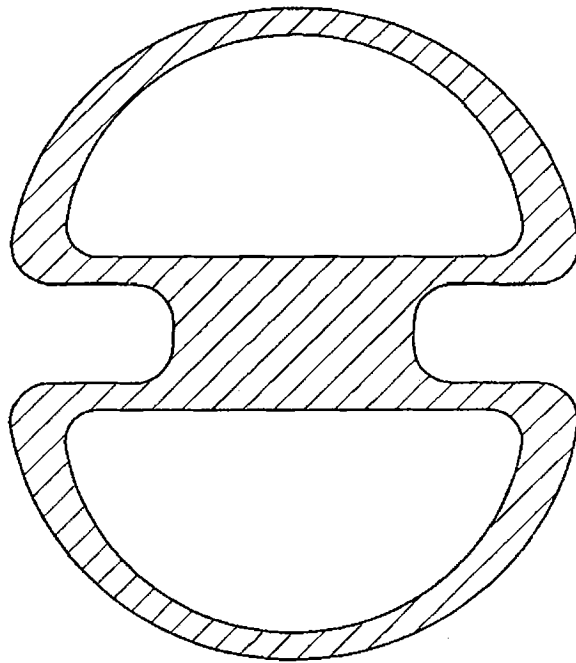


图 20

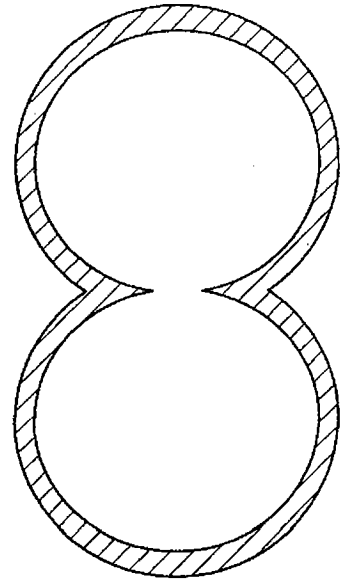


图 21A

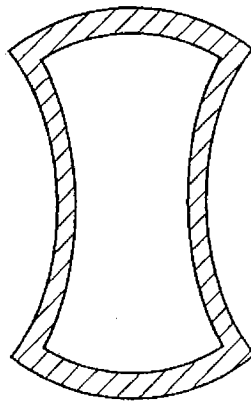


图 21B