



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101913290 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 15

(21) 申请号 201010250621. 7

(22) 申请日 2005. 06. 20

(30) 优先权数据

10/873, 095 2004. 06. 21 US

(62) 分案原申请数据

200580023943. 5 2005. 06. 20

(71) 申请人 富士胶片戴麦提克斯公司

地址 美国新罕布什尔州

(72) 发明人 保罗·A·霍伊辛顿 周勇

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 郑特强 付永莉

(51) Int. Cl.

B41J 2/045(2006. 01)

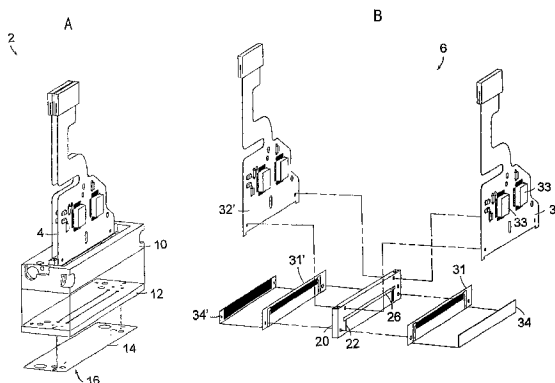
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 9 页

(54) 发明名称

喷墨打印模块

(57) 摘要

一种制造喷墨打印模块的方法, 包括形成具有加强面的压电元件。



1. 一种喷墨打印头模块,包括:

墨水室;

加强的压电元件,其具有与该墨水室相邻的曲面区域,该压电元件位于该墨水室上方,以使得该墨水室中的墨水受到喷射压力,

其中,该加强的压电元件的与该墨水室相邻的曲面区域沿第一方向和第二方向跨越该墨水室,该曲面区域具有沿该第一方向变化的第一曲率半径以及沿该第二方向变化的第二曲率半径,并且其中该第一方向与该第二方向正交,以及

其中所述墨水室包括壁,所述壁以大于 90° 的角沿所述第一方向和所述第二方向与该压电元件接触。

2. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该曲面区域相对该墨水室凹陷。

3. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该喷墨打印头模块进一步包括相对该压电元件而设置的、用于驱动该压电元件的电接触件。

4. 根据权利要求 3 所述的喷墨打印头模块,其中,至少一个电接触件位于该压电元件的与其它电接触件相对的侧面上。

5. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,沿该第一方向的第一曲率半径与沿该第二方向的第二曲率半径不同。

6. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该第一曲率半径大于等于该第二曲率半径。

7. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该第一曲率半径小于等于 5 毫米。

8. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该第一曲率半径小于等于 3 毫米。

9. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该第一曲率半径为 $500 \sim 3000$ 微米。

10. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该第一曲率半径为 $1000 \sim 2800$ 微米。

11. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该第一曲率半径为 $1500 \sim 2600$ 微米。

12. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该压电元件的厚度为 $5 \sim 300$ 微米。

13. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该压电元件的厚度为 $10 \sim 250$ 微米。

14. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该压电元件的厚度小于等于 100 微米。

15. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该墨水室沿该第一方向的宽度小于等于 1200 微米。

16. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该墨水室沿该第一方向的宽度为 $50 \sim 1000$ 微米。

17. 根据权利要求 1 所述的喷墨打印头模块,其中,该喷墨打印头模块进一步包括一系列墨水室。

18. 根据权利要求 17 所述的喷墨打印头模块,其中,各所述墨水室由该压电元件覆盖。

19. 一种喷墨打印头模块,包括:

墨水室;

加强的压电元件,其具有与该墨水室相邻的曲面区域,该压电元件位于该墨水室上方,以使得该墨水室中的墨水受到喷射压力;

膜,其位于该加强的压电元件与该墨水室之间;

其中,该加强的压电元件的与该墨水室相邻的曲面区域沿第一方向和第二方向跨越该墨水室,该曲面区域具有沿该第一方向变化的第一曲率半径以及沿该第二方向变化的第二曲率半径,并且其中该第一方向与该第二方向正交,以及其中所述墨水室包括壁,所述壁以大于 90° 的角沿所述第一方向和所述第二方向与该膜接触。

20. 根据权利要求 19 所述的喷墨打印头模块,其中,该膜包括电绝缘材料。

21. 根据权利要求 19 所述的喷墨打印头模块,其中,该膜为 kapton 膜。

22. 根据权利要求 19 所述的喷墨打印头模块,其中,该膜为 SiO_2 膜。

23. 根据权利要求 19 所述的喷墨打印头模块,其中,该喷墨打印头模块进一步包括位于该膜与该加强的压电元件之间的一个或多个电接触件。

24. 根据权利要求 19 所述的喷墨打印头模块,其中,该膜为一片柔性印刷膜,并且该柔性印刷膜伸展到该加强的压电元件之外。

喷墨打印模块

[0001] 本申请是申请日为 2005 年 6 月 20 日、申请号为 200580023943.5、发明名称为“喷墨打印模块”的申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种低电压喷墨打印模块的制造方法。

背景技术

[0003] 喷墨打印模块从喷嘴沿承印物方向喷墨。喷射的墨水可为由压电喷墨打印模块产生的一连串液滴。特定打印模块的实例中可具有分成四组的 256 个射流, 每组 64 个射流。压电喷墨打印模块可包括模块本体、压电元件和驱动该压电元件的电接触件。一般来说, 该模块本体呈长方体, 其表面上机加工出一系列用作墨水泵送室的墨水室。该压电元件可设置在该本体表面上以盖住该泵送室, 从而对泵送室中的墨水加压以喷射墨水。

发明内容

[0004] 通常, 喷墨打印模块包括加强的压电元件。与非加强的压电元件相比, 在将低电压施加到压电元件上时, 该加强的压电元件可改善墨水的喷射。由于压电元件得到加强, 这还可使得喷墨模块更小。加强的压电元件至少在一个维度上的刚性比平面形压电元件的大。该加强的压电元件可具有加强压电元件的曲面。该模块在低于 60V 的电压的驱动下就可喷射墨水。

[0005] 在一个方案中, 喷墨打印模块的制造方法包括将前体注入到模具中以形成加强的压电元件, 并且将该压电元件置于墨水室上方, 以在施加喷射电压时使得墨水室中的墨水受到喷射压力。

[0006] 在另一方案中, 沉积墨水的方法包括将墨水供给到墨水室, 并且将喷射电压施加到加强的压电元件表面上的第一电极与第二电极之间, 从而使得墨水室中的墨水受到喷射压力, 因此沉积来自墨水室的出口喷嘴的墨水。

[0007] 在另一方案中, 喷墨打印模块包括墨水室; 加强的压电元件, 其具有暴露于墨水室的区域; 以及电接触件, 其设置在该压电元件的表面上, 并且当这些电接触件受到喷射电压时会驱动该压电元件。该压电元件位于该墨水室上, 以使得该墨水室中的墨水受到喷射压力。该加强的压电元件的暴露于墨水室的区域呈曲面。

[0008] 在另一方案中, 本发明的特征在于涉及一种喷墨打印头模块, 其包括墨水室、具有与该墨水室相邻的区域的加强的压电元件, 该压电元件位于该墨水室上方, 以使得墨水室中的墨水受到喷射压力, 其中, 该加强的压电元件的与该墨水室相邻的区域具有沿第一方向和第二方向基本上跨越该墨水室的曲面; 其中, 该曲面沿第一方向上的曲率半径变化并且沿第二方向上的曲率半径也变化; 并且其中该第一方向与该第二方向正交, 以及其中所述墨水室包括壁, 所述壁以大于 90° 的角沿所述第一方向和所述第二方向与该压电元件接触。

[0009] 根据本发明的另一方案,提供了一种喷墨打印头模块,包括:墨水室;加强的压电元件,其具有与该墨水室相邻的曲面区域,该压电元件位于该墨水室上方,以使得该墨水室中的墨水受到喷射压力;膜,其位于该加强的压电元件与该墨水室之间;其中,该加强的压电元件的与该墨水室相邻的曲面区域沿第一方向和第二方向跨越该墨水室,该曲面区域具有沿该第一方向变化的第一曲率半径以及沿该第二方向变化的第二曲率半径,并且其中该第一方向与该第二方向正交,以及其中所述墨水室包括壁,所述壁以大于 90° 的角沿所述第一方向和所述第二方向与该膜接触。

[0010] 各实施例可包括下列特征中的一个或多个特征。

[0011] 该曲面可相对该墨水室凹陷。该喷墨打印头模块还可包括位于该加强的压电元件与该墨水室之间的膜。该膜可包括电绝缘材料(例如 kapton 或 SiO_2)。该喷墨打印头模块还可包括位于该膜与该加强的压电元件之间的一个或多个电接触件。该膜可为一片柔性印刷膜,该柔性印刷膜可伸展到该加强的压电元件之外。在某些实施例中,该喷墨打印头还包括相对该压电元件而设置的、用于驱动该压电元件的电接触件。至少一个电接触件可位于压电元件的与其它电接触件相对的侧面上。

[0012] 沿第一方向的曲率半径可与沿第二方向的曲率半径近似相同。该第一曲率半径可大于等于该第二曲率半径。第一曲率半径可为小于等于约 5 毫米(例如小于等于约 3 毫米)。在某些实施例中,该第一曲率半径为约 500 ~ 约 3000 微米(例如约 1000 ~ 约 2800 微米、约 1500 ~ 约 2600 微米)。该压电元件的厚度可为约 5 ~ 约 300 微米(例如约 10 ~ 约 250 微米、小于等于约 100 微米)。墨水室沿第一方向的宽度可小于等于约 1200 微米(例如约 50 ~ 约 1000 微米)。

[0013] 该喷墨打印模块可包括一系列墨水室。各墨水室可由该压电元件覆盖。该墨水室包括壁,该壁以大于 90° 的角与暴露于该墨水室的该压电元件接触。

[0014] 该打印头模块可包括具有较高刚度的压电元件。例如,该压电元件可包括在两个方向上的曲率半径都不变的曲面区。该压电元件被驱动时,该曲率可减小该压电元件的变形能力,从而提高压电元件的刚度。

[0015] 详情见附图和以下说明。从该说明、附图和权利要求书中可显然得出其它特征和优点。

附图说明

[0016] 图 1A 和图 1B 为喷墨打印模块的示意图。

[0017] 图 2 为喷墨打印模块的一部分的示意图。

[0018] 图 3 为压电元件的示意图。

[0019] 图 4 为在墨水室中产生的压力随压电元件的厚度和曲率而改变的曲线图。

[0020] 图 5 为在墨水室中产生的体积随压电元件的厚度和曲率而改变的曲线图。

[0021] 图 6 为压电元件的示意图。

[0022] 图 7 为在墨水室中产生的压力随压电元件的厚度和曲率而改变的曲线图。

[0023] 图 8 为由墨水室产生的液滴体积随压电元件的厚度和曲率而改变的曲线图。

[0024] 图 9 为由墨水室产生的液滴体积随压电元件的厚度和曲率而改变的曲线图。

[0025] 图 10 为在墨水室中产生的压力随压电元件的厚度和曲率而改变的曲线图。

[0026] 图 11 为由墨水室产生的液滴体积随压电元件的厚度和曲率而改变的曲线图。

[0027] 图 12A 和图 12B 为压电元件在两正交方向上的剖面图。

具体实施方式

[0028] 喷墨打印模块包括位于本体的喷射区上方的压电元件。该喷射区可为该本体内的泵送室的一部分。泵送室可被密封。压电元件表面上可具有电极之类的电接触件。压电元件跨越各喷射区。在将电压施加到电接触件上时,压电元件在喷射区中的形状改变,从而对应泵送室内的墨水受到喷射压力。墨水从泵送室喷出并沉积在承印物上。

[0029] 压电喷墨打印模块的一个实例为切变式模块,例如其全部内容作为参考而包括在此的美国专利 No. 5, 640, 184 中所述的模块。切变式模块中的电接触件可位于压电元件的与墨水室相邻的侧面上。参见图 1A、图 1B 和图 2,压电喷墨头 2 包括一个或多个组装到颈圈件 10 中的模块 4,该颈圈件 10 上连接有集流板 12 和喷嘴板 14。墨水经颈圈件 10 引入模块 4 中。驱动该模块 4 即可使得墨水从喷嘴板 14 上的喷嘴 16 喷出。喷墨打印模块 4 包括可用烧结碳或陶瓷之类材料制成的本体 20。在本体 20 中用机加工或其它加工方法制造出多个室 22 以形成泵送室。

[0030] 墨水经同样在本体 20 中机加工形成的墨水填充通道 26 而流入泵送室。本体 4 相对的两面上包括一连串位于本体 20 中泵送室上方的电接触件 31 和 31'。电接触件 31 和 31' 连接到引线,而所述引线可与集成电路 33 和 33' 连接。这些部件一起封装形成该打印模块。

[0031] 参见图 2,压电元件 34 的一个表面上具有电极 40。该电极 40 与电接触件 31 对齐,从而使得所述电极通过驱动器集成电路被单独寻址。电极 40 可通过化学蚀刻掉沉积在压电元件表面上的导电材料而形成。合适的电极形成方法见其全部内容作为参考而包括在此的美国专利 No. 6, 037, 707 中所述。电极可用导体如铜、铝、钛-钨、镍-铬或金制成。每一电极 40 的位置和大小与本体 20 中的形成泵送室的室 22 对应。每一电极 40 具有细长形区 42,该细长形区的长度和宽度稍小于泵送室的长度和宽度,从而在电极 40 的周边与泵送室的两边和端部之间形成间隙 43。这些集中于泵送室上的电极区 42 为覆盖压电元件 34 的喷射区的驱动电极。压电元件 34 上的第二电极 52 通常与本体 20 的、在室 22 外部从而在泵送室外部的区域对应。电极 52 为共同(接地)电极。电极 52 可(如图所示)呈梳子状,也可为单独寻址的电极条。薄膜电极和压电元件电极充分重叠,以保持良好的电接触,便于该薄膜与压电元件对齐。

[0032] 压电元件可为一锆钛酸铅(PZT)整体件。压电元件在施加的电压的作用下发生位移,从而使得泵送室中的墨水喷出。该位移部分地随该材料的极化而改变。压电元件在电场的作用下被极化。极化过程例如见其全部内容作为参考而包括在此的美国专利 No. 5, 605, 659 中所述。极化程度取决于所施加的电场的强度和持续时间。极化电压撤去时,压电畴对齐。压电元件的厚度可为 5 ~ 300 微米、10 ~ 250 微米、15 ~ 150 微米、小于 100 微米或小于 50 微米。

[0033] 其后施加的电场,例如在喷射时施加的电场可造成与所施加的电场强度成比例的形状改变。

[0034] 例如通过将压电元件的覆盖墨水室的部分做成曲面而使得压电元件加强。该曲面

的曲率可基本上保持不变,例如呈球面或圆柱面。参见图 3,压电元件 34 的区域 100 为曲面。压电元件 34 的该曲面相对墨水室 102 凹陷。该凹陷的曲面可减小屈曲,否则在喷射时可能会发生该屈曲。室 102 的壁 104 定向为可以大于 90° 的角度与加强的压电元件 34 接触。该室的宽度可小于 1200 微米,或者宽度为 50 ~ 1000 微米或者宽度为 100 ~ 800 微米。电极 42 和 52 位于压电元件 34 的表面 106 上。通过在这两个电极之间施加喷射电压,墨水室中的墨水受到喷射压力,从而沉积从墨水室的喷嘴喷出的墨水。该喷射电压例如可低于 60V。

[0035] 该曲面的曲率半径可近似不变。该曲度或曲率半径影响到该模块的硬度和喷射特性。该曲率半径为逼近包围该曲面的圆的半径。该曲面的曲率半径可小于 5 毫米或小于 3 毫米。该曲面的曲率半径可为 500 ~ 3000 微米、1000 ~ 2800 微米或 1500 ~ 2600 微米。该曲面可呈球形截面或圆柱形截面。

[0036] 为制造该喷墨打印模块,形成加强的压电元件后将该压电元件置于墨水室上方,从而在施加喷射电压时使得墨水室中的墨水受到喷射压力。为制造该加强的压电元件,可将曲面磨制成由压电材料支撑的薄层,或也可将前体注入到具有该压电元件的曲面特征的模具中。例如,可用压电材料粉末和有机粘接剂制备混合物。将该混合物注模以形成绿带,然后加热该绿带以除去粘接剂。该绿带可为厚度为 10 ~ 50 微米或 20 ~ 40 微米的薄膜。粉末可例如烧结到至少约 95% 的理论密度。形成压电元件的注射成形例如见其全部内容作为参考而包括在此的美国专利 No. 5, 340, 510 中所述。

[0037] 参见图 12A 和图 12B,在特定实施例中,打印头模块 1201 包括压电元件 1234 的不止在一个方向上弯曲的区域 1200。图 12A 示出了沿一个方向的压电元件 1234 的剖面,而图 12B 示出了沿正交方向的压电元件 1234 的剖面。压电元件 1234 的曲面相对墨水室 1202 凹陷,并且曲面区 1200 在两个方向上跨越墨水室 1202。墨水室 1202 的壁 1204 定向为以大于 90° 的角度与加强的压电元件 1234 接触。

[0038] 一般来说,区域 1200 的曲率在两个方向上可相同也可不同。在每一方向上的曲率半径可保持不变也可变动。

[0039] 加强的压电元件 1234 的相对的两侧面上设有电接触件 1242 和 1252。电极可用导电材料如金、铝或其它金属制成。在某些实施例中,电接触件可用导电合金如钛-钨 (Au/Ti-W) 或导电氧化物如 ITO (铟锡氧化物) 制成。

[0040] 打印头模块 1201 还包括设于压电元件 1234 与墨水室 1202 之间的膜 1210。该膜 1210 隔绝电接触件 1252 与墨水室中的墨水。一般来说,膜 1210 用柔性材料制成,从而工作时可随压电元件 1234 伸展。在某些实施例中,膜 1210 用导电材料如镍、铜、金和 / 或其它金属或半导体如硅制成。可选择地,膜 1210 也可用绝缘材料如氧化硅或 kapton 制成。膜 1210 还可用于聚合物或两种或多种材料的混合物如氮化硅和氧化硅的混合物制成。在特定实施例中,膜 1210 为其上有电接触件 1252 的一片柔性印刷膜。

[0041] 一般来说,膜 1210 的厚度可按照需要变动。在某些实施例中,膜 1210 可较薄,例如小于等于约 10 微米 (例如为约 0.5 ~ 约 5 微米)。

[0042] 该曲率使得压电元件加强,从而当低压电元件施加在压电元件上时可改善墨水的喷射。其压电元件呈平面形的对照喷墨打印模块需要施加更高的电压才能喷射同样体积的墨水液滴。相对墨水室凹陷的曲面可使得喷射时墨水室中的正压比负压高,例如,喷射时的

压力可比对墨水室进行填充时的压力高两倍。喷墨打印模块尺寸的减小还可导致喷射特定体积液滴所需的电压增高。射流减小可使得打印头更为紧凑。由于该压电元件至少在一个维度上的刚性比平面形压电元件高,因此加强的压电元件还可使得喷墨打印模块做得更小。该压电元件在静止状态下呈曲面时,垂直于压电元件的偏移可相对平面形压电元件增大。此外,墨水室厚度减小可使射流尺寸减小、性能提高。

[0043] 尽管以上说明了喷墨打印头模块的某些实施例,但上述模块的部件也可用于其它模件。例如,曲面形压电元件之类的部件可用于作为参考而包括在此的申请日为 2002 年 7 月 3 日、名称为“打印头”的美国专利申请 No. 10/189,947 中所述的打印头模块。

[0044] 对具有(图 3 所示)圆柱形、特定曲率半径和伸展式工作的结构模型进行的有限元分析表明,加强的压电元件的泵送特性与平面形压电元件相比有所提高。在该模型中,使用 ANSYS 多物理耦合场分析(ANSYS 5.7 版,ANSYS Inc. of Canonsburg, PA),其使用的参数为:墨水室直径为 0.102cm、墨水室深度为 0.152mm、在厚度方向上极化锆钛酸铅(PZT 5A, MorganElectro Ceramics, Bedford, Ohio)、KOVAR®制造的空腔板(High Temp Metals, Inc., Sylmar, CA 生产的低膨胀铁-镍-钴合金)、达到的压电宽度(各室之间的距离)为 0.254mm、墨水密度为 1000kg/m^3 、脉冲电压为 50V、压电元件厚度为 1mil(25.4 微米)~10mil(254 微米)并且曲率半径为 30mil、40mil、50mil、100mil 或无穷大(平面形压电元件)。由具有特定厚度和曲率半径的加强的压电元件产生的压力和位移列于表 1 中。由加强的压电元件产生的压力和总体积见图 4 和图 5。用于对照的、以切变方式工作的平面形压电元件的对照例包括在内,其喷射电压为 100V。

[0045] 表 1

[0046]

实例	PZT 厚度 (mil)	曲 率 半 径 (mil)	最 大 位 移 ($\mu\text{m}/\mu\text{in}$)	压力 (Pa/PSI)
1	8 (203 微米)	100 (2.54mm)	0.0229/0.901	-73424/-10.6
2	5 (127 微米)	100 (2.54mm)	0.0655/2.61	-122827/-17.8
3	8	50 (1.27mm)	0.0347/1.36	-96501/-13.9
4	5	50 (1.27mm)	0.0852/3.35	-172939/-25.1

[0047] 对图 6 所示球形、曲率半径特定、伸展式工作和墨水室总体积不变的结构模型进行的有限元分析也表明,加强的压电元件的泵送特性与平面形压电元件相比有所提高。在该模型中,使用 ANSYS 多物理耦合场分析,其使用的参数为:墨水室直径为 0.102cm、在厚度方向上极化锆钛酸铅(PZT 5A)、KOVAR®制造的空腔板、达到的压电宽度(各室之间的距离)为 0.254mm、墨水密度为 1000kg/m^3 、脉冲电压为 50V、压电元件厚度为 1mil(25.4 微米)~10mil(254 微米)、曲率半径为 20mil、30mil、40mil、50mil 或无穷大(平面形压电元件)。泵送室的体积保持为 $3.14 \times 10^{-10}\text{m}^3$,这与对照例的总体积相同。由于墨水室直径也为一常数(0.102cm),而曲率半径变动,因此墨水室深度成为变量。与各曲率半径对应的墨水室深度为: $R = 20\text{mil}$,深度 = 2mil; $R = 30\text{mil}$,深度 = 11.33mil; $R = 40\text{mil}$,深度 = 12.59mil;或 $R = 50\text{mil}$,深度 = 13.22mil。由具有特定厚度和曲率半径的加强的压电元件

产生的压力和液滴体积列于表 2 中。由加强的压电元件产生的墨水室压力和液滴体积见图 7 和图 8。用于对照的、以切变方式工作的平面形压电元件的对照例包括在内,其喷射电压为 100V。

[0048] 表 2

[0049]

实例	PZT 厚度 (mil)	曲率半径 (mil)	液 滴 体 积 (pL)	墨水室压力 (PSI)
5	1	50	131.228	87.214
6	1	40	133.948	89.039
7	1	30	129.770	86.219
8	1	20	108.323	71.975
9	2	50	79.418	52.793
10	2	40	79.210	52.621
11	2	30	74.931	49.938
12	2	20	65.243	43.350
13	3	50	52.607	35.003
14	3	40	53.339	35.462
15	3	30	52.048	34.591

[0050]

16	3	20	47.289	31.421
17	4	50	37.363	24.844
18	4	40	38.614	25.704
19	4	30	38.713	25.760
20	4	20	37.351	24.817
21	5	50	27.841	18.509
22	5	40	29.173	19.464
23	5	30	30.405	20.245
24	5	20	30.862	20.534
25	6	50	21.410	14.270
26	6	40	22.986	15.312
27	6	30	24.595	16.370
28	6	20	26.384	17.548
29	7	50	17.299	11.529
30	7	40	18.723	12.486
31	7	30	20.271	13.555
32	7	20	23.093	15.371
33	8	50	14.300	9.555
34	8	40	15.564	10.393
35	8	30	16.819	11.274
36	8	20	20.519	13.680
对照例 37 ^a	10	平面形压电元件	46.221	29.008

[0051] ^a100V 驱动电压

[0052] 对图 6 所示球形、特定曲率半径、伸展式工作和总体积不变的结构模型进行的另一有限元分析表明,加强的压电元件的泵送特性与平面形压电元件相比有所提高。在该模型中,使用 ANSYS 多物理耦合场分析,其使用的参数为:墨水室直径为 0.102cm、墨水室深度为 0.152mm、在厚度方向上极化锆钛酸铅 (PZT 5A)、KOVAR®制造的空腔板、达到的压电宽度(各室之间的距离)为 0.254mm、墨水密度为 1000kg/m³、脉冲电压为 50V、压电元件厚度为 1mil(25.4 微米)~8mil(203 微米)、曲率半径为 20mil、30mil、40mil、或 50mil。由于墨水室直径也为常数(0.102cm),而曲率半径变动,因此墨水室深度成为变量。与各曲率半

径对应的墨水室深度为： $R = 20\text{mil}$ ，深度 = 2mil ； $R = 30\text{mil}$ ，深度 = 11.33mil ； $R = 40\text{mil}$ ，深度 = 12.59mil ；或 $R = 50\text{mil}$ ，深度 = 13.22mil 。由具有特定厚度和曲率半径的加强的压电元件产生的液滴体积见图 9。

[0053] 对图 6 所示球形、特定曲率半径、伸展式工作和墨水室总体积不变的结构模型进行的其它有限元分析也表明，加强的压电元件的泵送特性与平面形压电元件相比有所提高。在该模型中，使用 ANSYS 多物理耦合场分析，其使用的参数为：墨水室直径为 0.102cm 、墨水室深度为 0.152mm 、在厚度方向上极化锆钛酸铅 (PZT 5A)、KOVAR® 制造的空腔板、达到的压电宽度（各室之间的距离）为 0.254mm 、墨水密度为 1000kg/m^3 、脉冲电压为 15V 、压电元件厚度为 0.04mil （1 微米）、 0.10mil （2.5 微米）、 0.30mil （7.5 微米）、 0.50mil （12.5 微米）或 10mil （254 微米）、曲率半径为 30mil 、 40mil 、 50mil 或无穷大（平面形压电元件）。由于墨水室直径也为一常数（ 0.102cm ），而曲率半径变动，因此墨水室深度成为变量。与各曲率半径对应的墨水室深度为： $R = 30\text{mil}$ ，深度 = 11.33mil ； $R = 40\text{mil}$ ，深度 = 12.59mil ；或 $R = 50\text{mil}$ ，深度 = 13.22mil 。由具有特定厚度和曲率半径的加强的压电元件产生的压力和液滴体积列于表 3 中。由加强的压电元件产生的墨水室压力和液滴体积见图 10 和 11。用于对照的、以切变方式工作的平面形压电元件的对照例包括在此，其喷射电压为 100V 。

[0054] 表 3

[0055]

实例	PZT 厚度 (mil)	曲率半径 (mil)	液滴体积 (pL)	墨水室压力 (PSI)
38	0.04	30	77.121	116.199
39	0.04	40	62.607	94.260
40	0.04	50	51.683	77.890
41	0.10	30	69.069	104.067
42	0.10	40	58.078	87.422
43	0.10	50	48.929	73.738
44	0.30	30	50.714	76.390
45	0.30	40	46.576	70.108
46	0.30	50	41.443	62.445
47	0.50	30	39.929	60.113
48	0.50	40	38.690	58.226
49	0.50	50	35.797	53.901
对照例 50 ^a			29.008	46.221

[0056]

[0057] ^a100V 驱动电压

[0058] 尽管以上实施例说的是喷射墨水,但是一般而言在此公开的实施例也可用来喷射其它流体。例如,可用打印头模块沉积使用在光学或电子装置中的材料,如在制造电子显示器时的有机发光聚合物和 / 或使用在电路中的导线的导电材料。作为另一个实例,可用打印头模块沉积粘合剂,特别是需要将粘合剂精确涂抹在基质上的场合。在某些实施例中,可用打印头模块计量生物材料,如含有核酸或药理活化化合物的流体。

[0059] 以上说明了若干实施例。其它实施例包含在后附权利要求书的范围内。

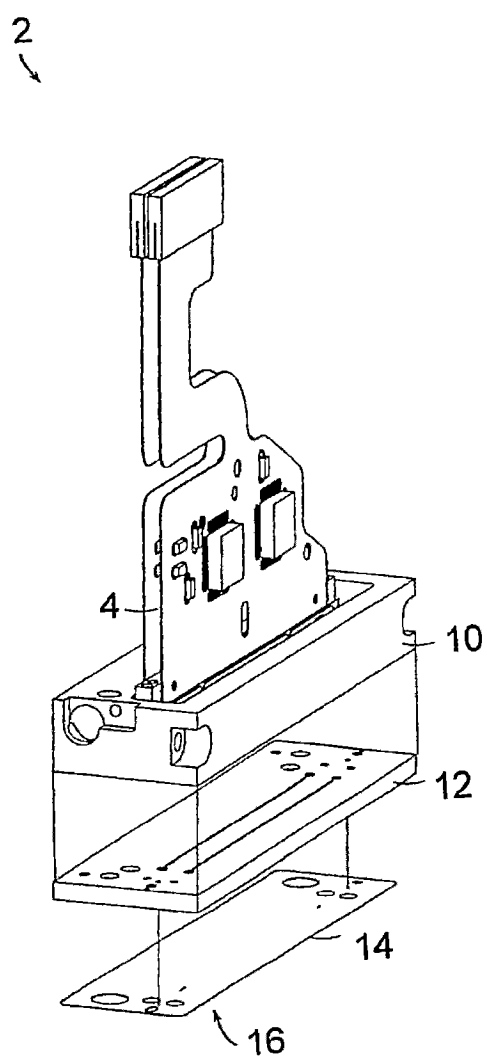


图 1A

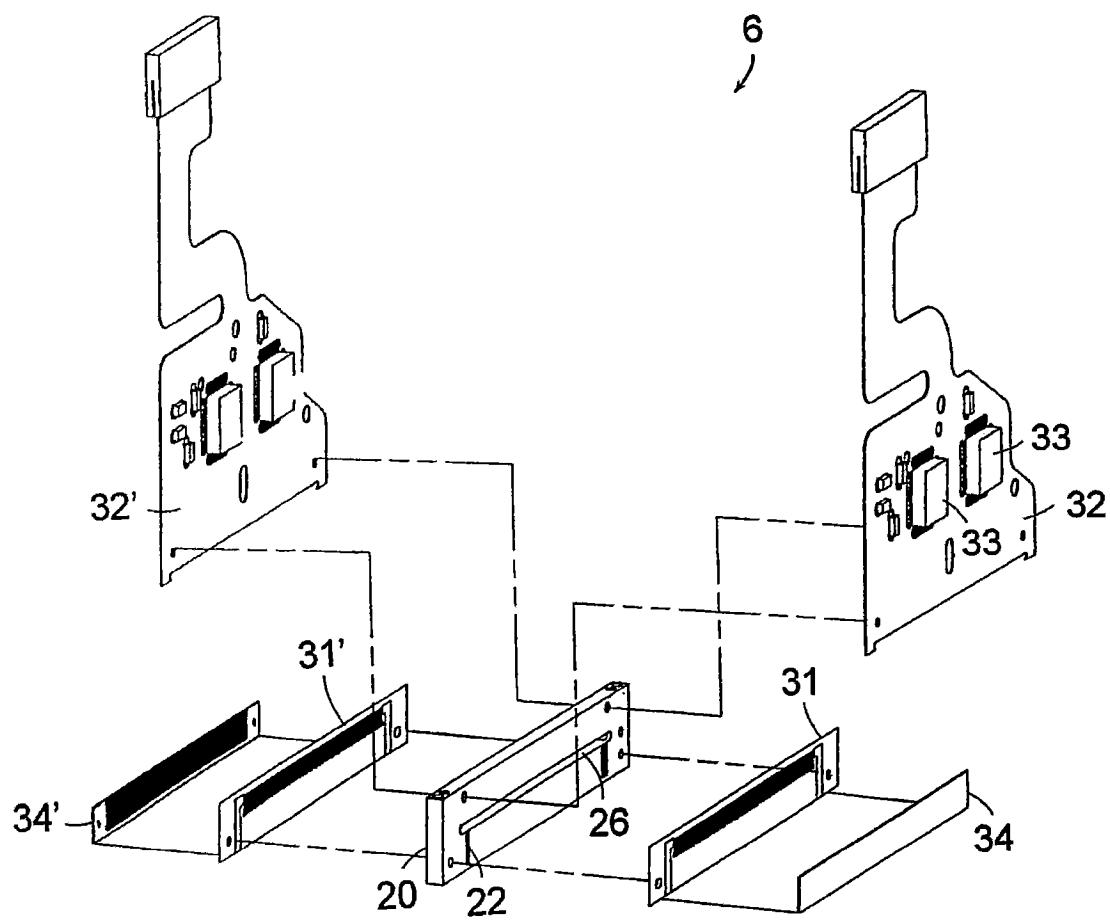


图 1B

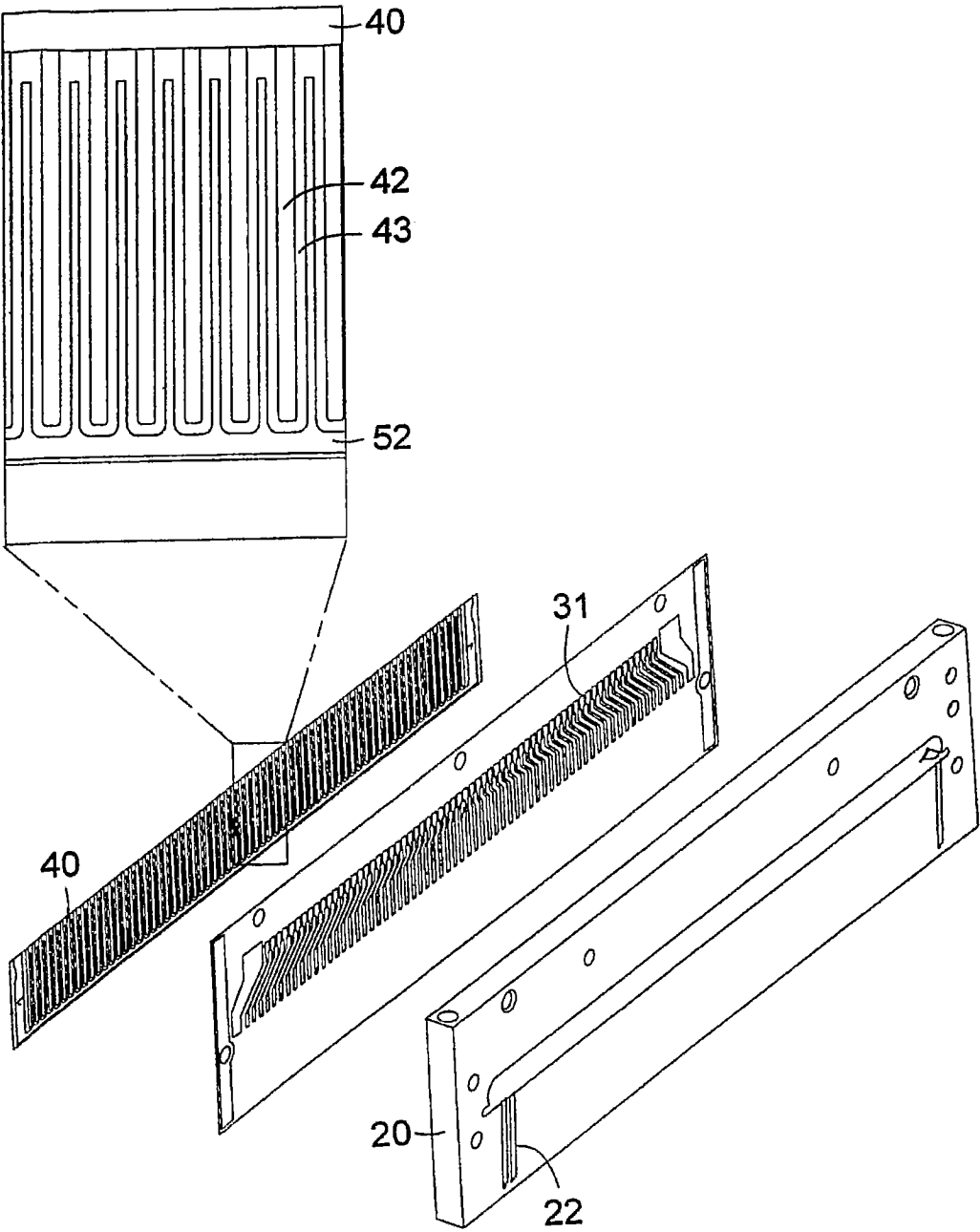


图 2

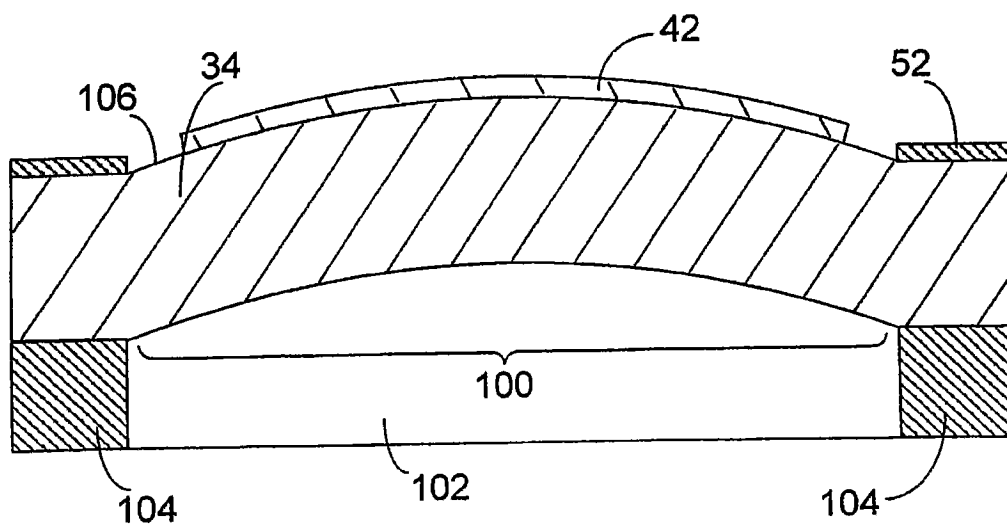


图 3

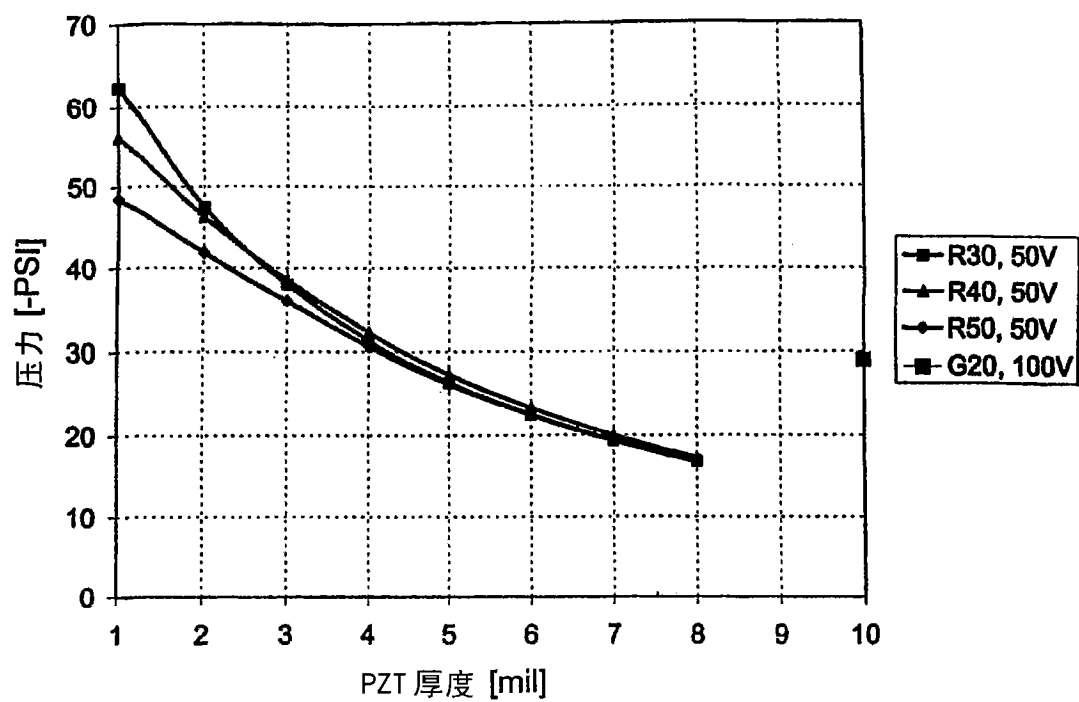


图 4

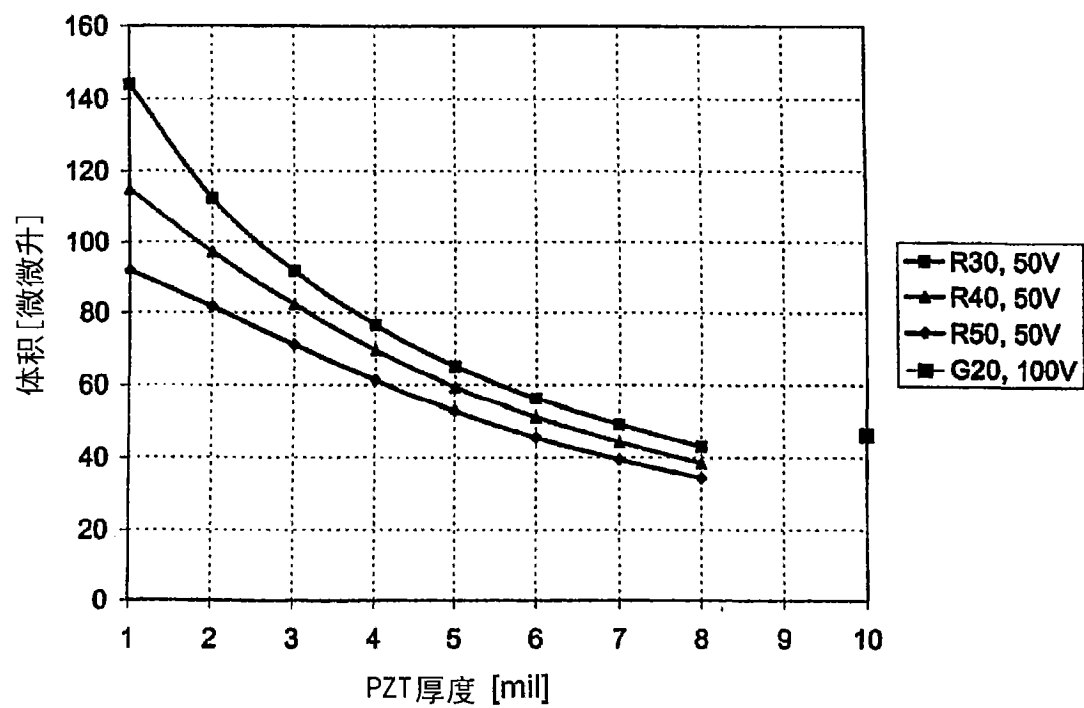


图 5

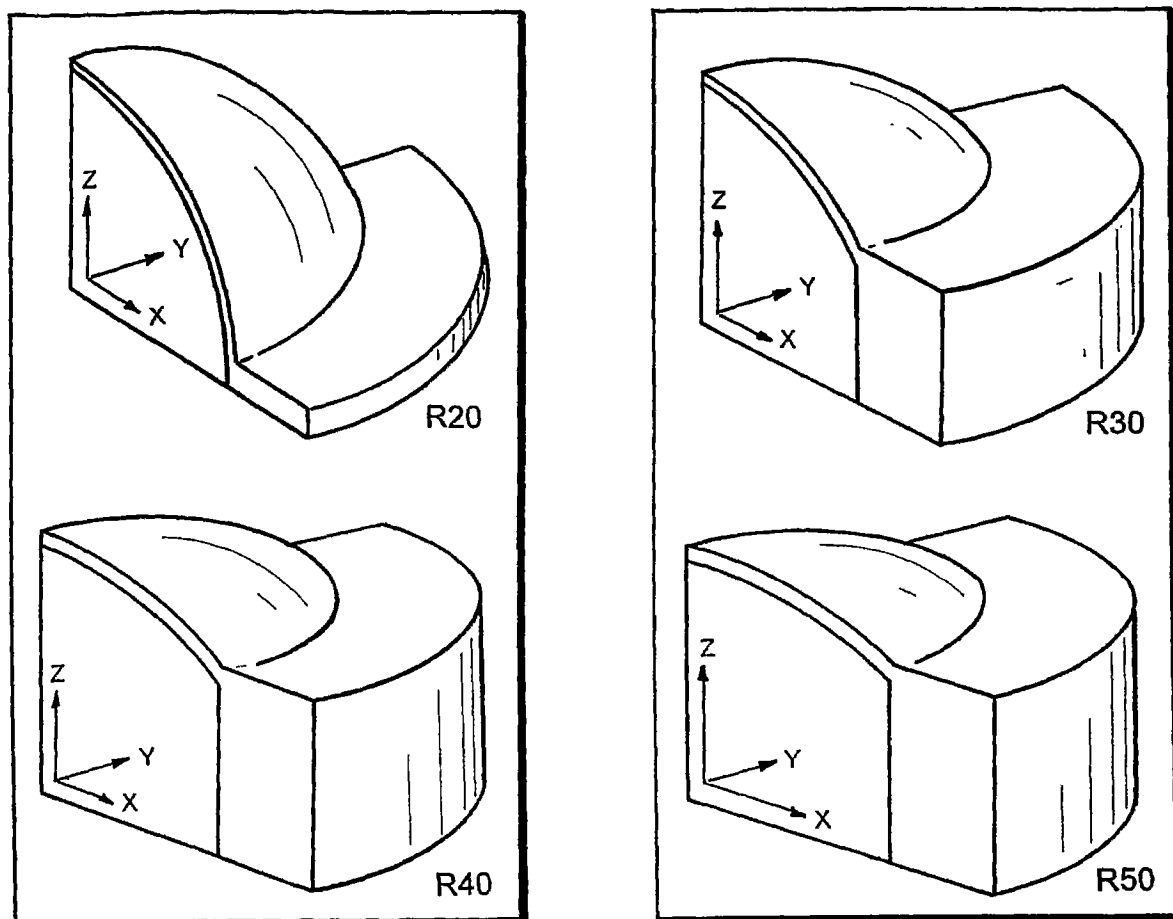


图 6

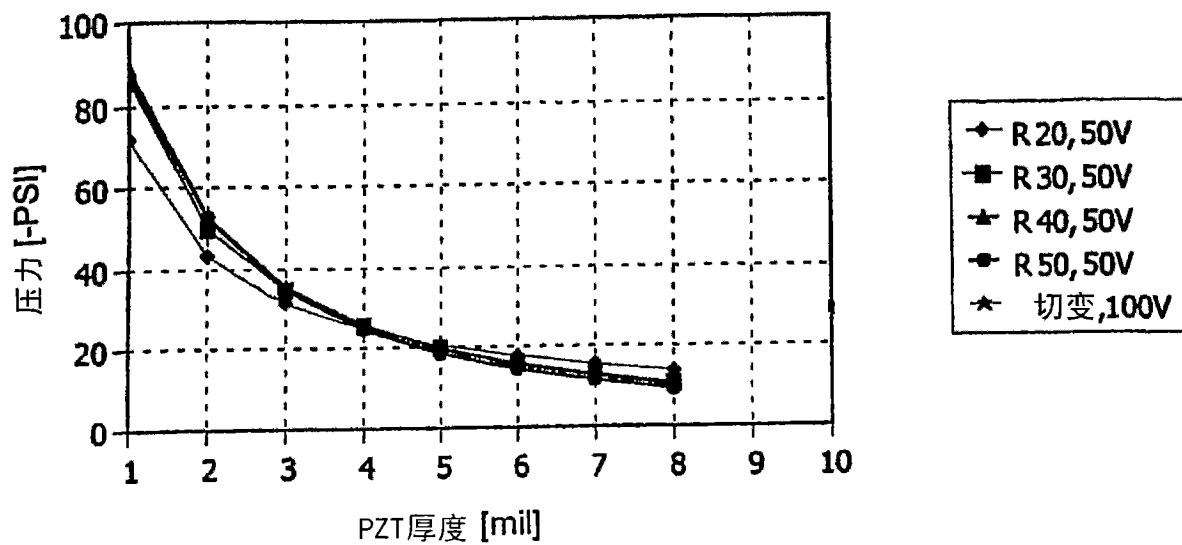


图 7

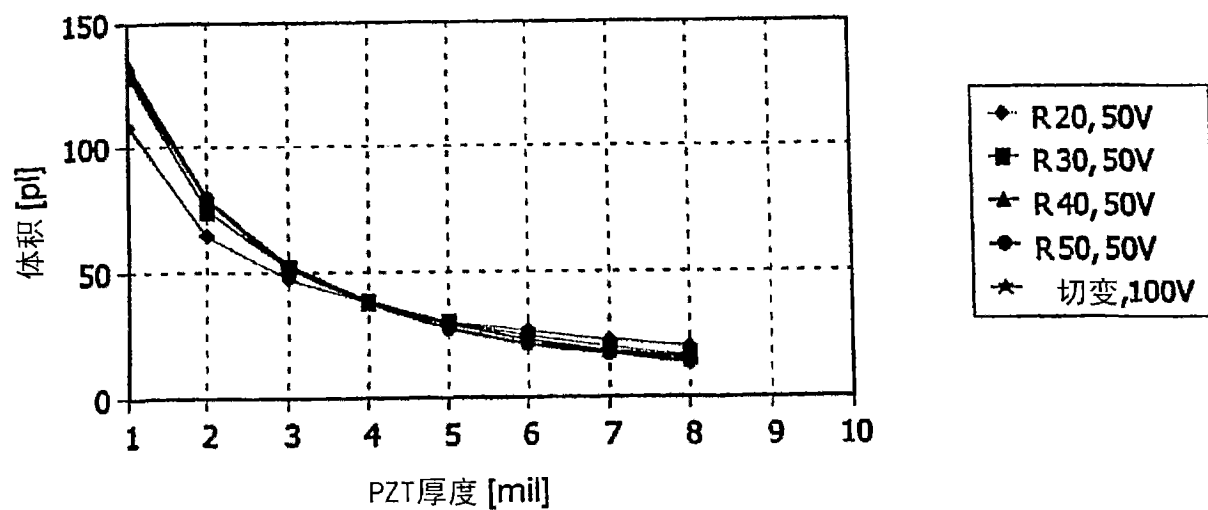


图 8

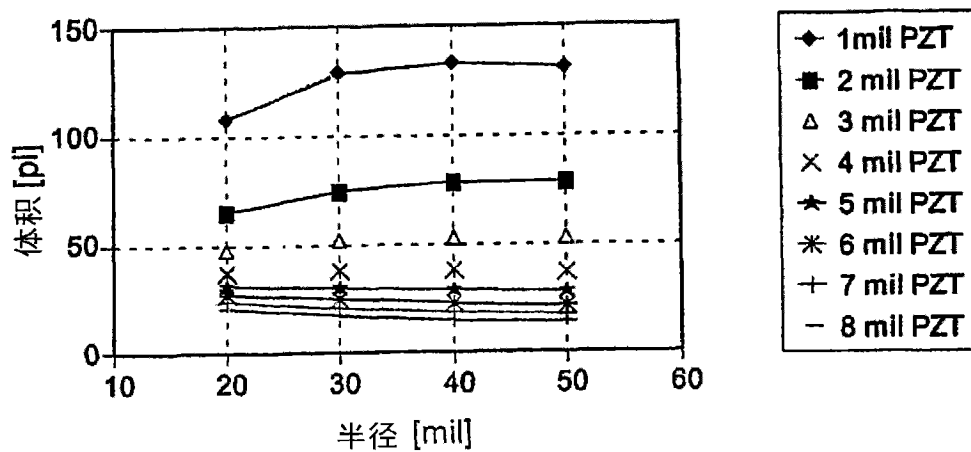


图 9

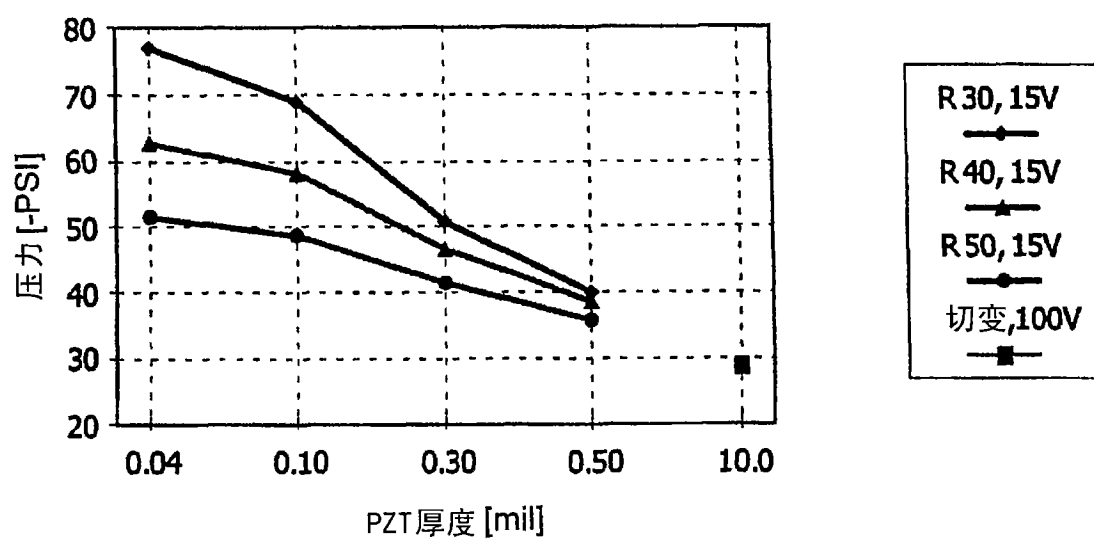


图 10

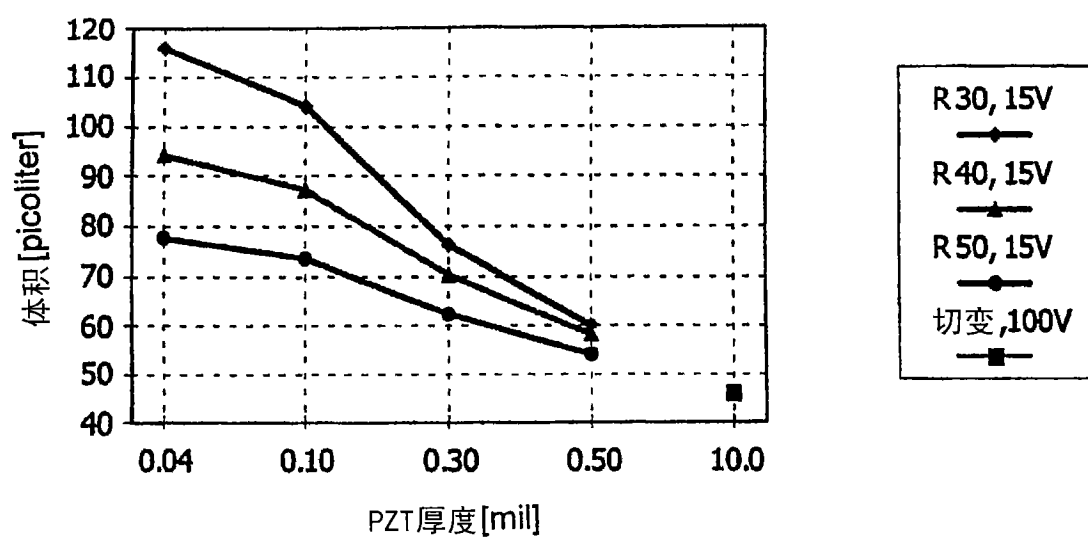


图 11

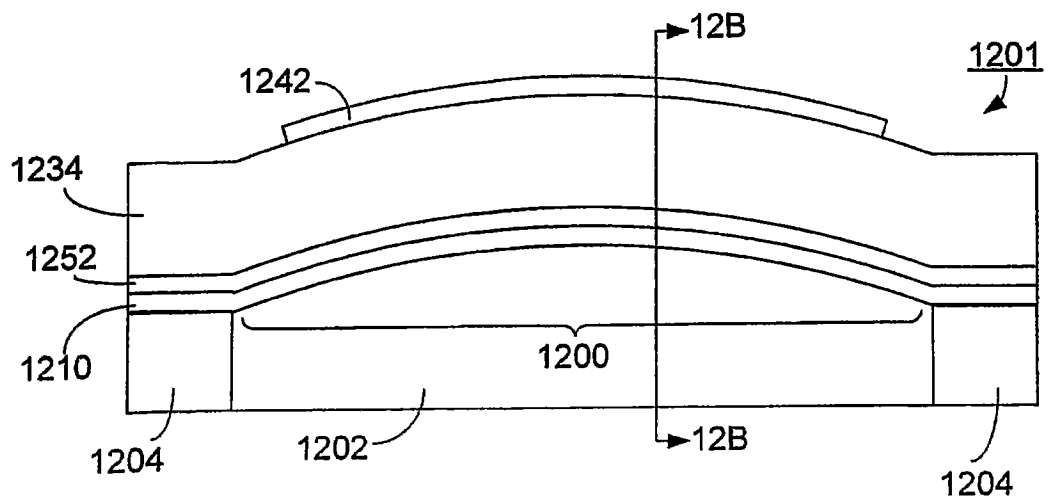


图 12A

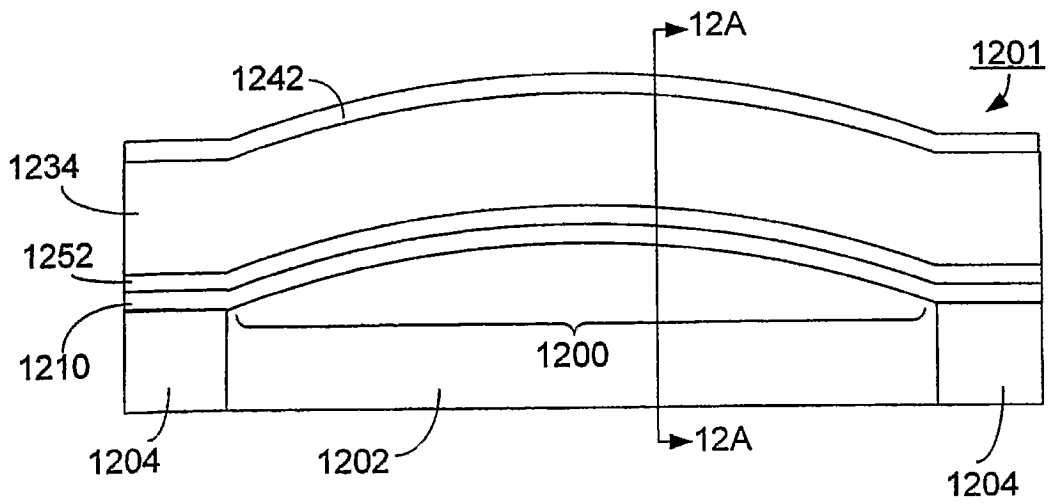


图 12B