



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106956513 B

(45)授权公告日 2019.11.05

(21)申请号 201710008691.3

(51) Int.Cl.

(22)申请日 2017.01.06

B41J 2/14(2006.01)

B41J 2/01(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106956513 A

审查员 陈剑锋

(43)申请公布日 2017.07.18

(30) 优先权数据

2016-003078 2016.01.08 JP

2016-238891 2016.12.08 JP

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 奥岛真吾 刈田诚一郎 青木孝纲

永井议靖 西谷英辅 中川喜幸

(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 李东晖

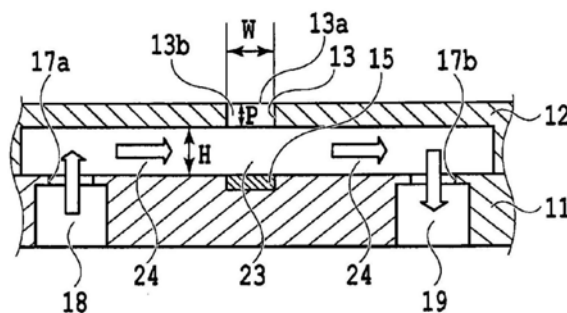
权利要求书3页 说明书32页 附图52页

(54)发明名称

液体喷射头、液体喷射设备和供应液体的方

(57)摘要

一种液体喷射头,包括:喷射开口;通道,在通道中布置有能量产生元件;喷射开口部分,其允许喷射开口和通道之间连通;供应通道,其用于允许液体流入到所述通道中;以及流出通道,其用于允许液体流出到外部,其中,当所述通道的沿着通道内部的液体流动方向在介于通道和喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、所述喷射开口部分的沿着从喷射开口喷射液体的方向上的长度设定为P、并且所述喷射开口部分的沿着通道内部的液体流动方向上的长度设定为W时,满足公式 $H^{0.34} \times P^{0.66} \times W > 1.7$ 。



1. 一种液体喷射头,包括:
喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;
包括压力室的通道,在所述压力室中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;
喷射开口部分,所述喷射开口部分允许所述喷射开口和所述通道之间连通;
供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到所述通道中;以及
流出通道,所述流出通道用于允许液体从所述通道流出到外部;
所述液体喷射头构造成使得压差能够通过促使从所述供应通道供应的液体经过所述通道、所述压力室和所述通道流动至所述流出通道而促使液体循环;
其中,当所述通道的沿着所述通道内部的液体流动方向在介于所述通道和所述喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、所述喷射开口部分的沿着从所述喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且所述喷射开口部分的沿着所述通道内部的液体流动方向的长度设定为W时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.5$ 。
2. 根据权利要求1所述的液体喷射头,其中所述高度H为不大于 $20\mu\text{m}$,所述长度P为不大于 $20\mu\text{m}$,且所述长度W为不大于 $30\mu\text{m}$ 。
3. 根据权利要求1所述的液体喷射头,其中,在所述通道中流动的液体的粘度为不大于 30cP ,并且液体的流速处于 0.1mm/s 至 100mm/s 的范围内。
4. 根据权利要求1或2所述的液体喷射头,其中,所述通道的所述高度H小于所述通道的在介于所述通道和所述供应通道之间的连通部分中的高度。
5. 根据权利要求1或2所述的液体喷射头,还包括:
孔板,在所述孔板中形成有所述喷射开口,
其中,所述孔板的在所述喷射开口周围的厚度小于所述孔板的在介于所述通道和所述供应通道之间的连通部分中的厚度。
6. 根据权利要求1或2所述的液体喷射头,还包括:
孔板,在所述孔板中形成有所述喷射开口,
其中,凹部形成在所述孔板上,并且所述喷射开口形成在所述凹部的内部。
7. 根据权利要求1或2所述的液体喷射头,其中,液体的弯月面形成在所述喷射开口中。
8. 根据权利要求1或2所述的液体喷射头,其中,所述高度H为不大于 $14\mu\text{m}$,所述长度P为不大于 $12\mu\text{m}$,所述长度W为不小于 $17\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$,并且所述通道中的液体的流速为从所述喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于900倍。
9. 根据权利要求1或2所述的液体喷射头,其中,所述高度H为不大于 $15\mu\text{m}$,所述长度P为不大于 $7\mu\text{m}$,所述长度W为不小于 $17\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$,并且所述通道中的液体的流速为从所述喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于100倍。
10. 根据权利要求1或2所述的液体喷射头,其中,所述高度H为不大于 $8\mu\text{m}$,所述长度P为不大于 $8\mu\text{m}$,所述长度W为不小于 $17\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$,并且所述通道中的液体的流速为从所述喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于50倍。
11. 根据权利要求1或2所述的液体喷射头,其中,所述高度H为不小于 $3\mu\text{m}$ 且不大于 $6\mu\text{m}$,所述长度P为不小于 $3\mu\text{m}$ 且不大于 $6\mu\text{m}$,所述长度W为不小于 $17\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$,并且所述通道中的液体的流速为从所述喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于27倍。

12. 一种液体喷射头,包括:

喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;

包括压力室的通道,在所述压力室中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;

喷射开口部分,所述喷射开口部分允许所述喷射开口和所述通道之间连通;

供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到所述通道中;以及

流出通道,所述流出通道用于允许液体从所述通道流出到外部;

所述液体喷射头构造成使得压差能够通过促使从所述供应通道供应的液体经过所述通道、所述压力室和所述通道流动至所述流出通道而促使液体循环;

其中,当所述通道的沿着所述通道内部的液体流动方向在介于所述通道和所述喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、所述喷射开口部分的沿着从所述喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、所述喷射开口部分的沿着所述通道内部的液体流动方向的长度设定为W、并且所述喷射开口部分的内切圆的有效直径设定为Z时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.5$ 和公式 $0.350 \times H + 0.227 \times P - 0.100 \times Z > 4$ 。

13. 一种液体喷射头,包括:

喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;

包括压力室的通道,在所述压力室中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;

喷射开口部分,所述喷射开口部分允许所述喷射开口和所述通道之间连通;

供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到所述通道中;以及

流出通道,所述流出通道用于允许液体从所述通道流出到外部;

所述液体喷射头构造成使得压差能够通过促使从所述供应通道供应的液体经过所述通道、所述压力室和所述通道流动至所述流出通道而促使液体循环;

其中,当所述通道的沿着所述通道内部的液体流动方向在介于所述通道和所述喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、所述喷射开口部分的沿着从所述喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且所述喷射开口部分的沿着所述通道内部的液体流动方向的长度设定为W时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.5$ 。

14. 一种供应液体喷射头中的液体的方法,所述液体喷射头包括:喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;通道,在所述通道中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;喷射开口部分,所述喷射开口部分允许所述喷射开口和所述通道之间连通;供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到所述通道中;以及流出通道,所述流出通道用于允许液体从所述通道流出到外部,

其中,当所述通道的沿着所述通道内部的液体流动方向在介于所述通道和所述喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、所述喷射开口部分的沿着从所述喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且所述喷射开口部分的沿着所述通道内部的液体流动方向的长度设定为W时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.5$,

其中,当执行液体供应以使得液体从外部通过所述供应通道流入到所述通道中、并且从所述通道通过所述流出通道流出到外部时,产生液体流动以使得从所述通道进入到所述喷射开口部分内部的液体到达形成在所述喷射开口中的液体的弯月面的位置,并且随后返

回到所述通道中。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中, 当所述通道的沿着所述通道内部的液体流动方向在介于所述通道和所述喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、所述喷射开口部分的沿着从所述喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且所述喷射开口部分的沿着所述通道内部的液体流动方向的长度设定为W时, 满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.7$ 。

16. 根据权利要求15所述的方法, 其中, 所述高度H为不大于 $14\mu\text{m}$, 所述长度P为不大于 $12\mu\text{m}$, 所述长度W为不小于 $17\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$, 并且所述通道中的流速为从所述喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于900倍。

17. 根据权利要求15所述的方法, 其中, 所述高度H为不大于 $8\mu\text{m}$, 所述长度P为不大于 $8\mu\text{m}$, 所述长度W为不小于 $17\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$, 并且所述通道中的流速为从所述喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于50倍。

18. 一种液体喷射设备, 包括:

液体喷射头, 所述液体喷射头包括: 喷射开口, 所述喷射开口用于喷射液体; 包括压力室的通道, 在所述压力室中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件; 喷射开口部分, 所述喷射开口部分允许所述喷射开口和所述通道之间连通; 供应通道, 所述供应通道用于允许液体从外部流入到所述通道中; 以及流出通道, 所述流出通道用于允许液体从所述通道流出到外部, 所述液体喷射头构造成使得压差能够通过促使从所述供应通道供应的液体经过所述通道、所述压力室和所述通道流动至所述流出通道而促使液体循环; 以及

供应装置, 所述供应装置用于允许液体从外部通过所述供应通道流入到所述通道中、并且从所述通道通过所述流出通道流出到外部,

其中, 当所述通道的沿着所述通道内部的液体流动方向在介于所述通道和所述喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、所述喷射开口部分的沿着从所述喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且所述喷射开口部分的沿着所述通道内部的液体流动方向的长度设定为W时, 满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.5$ 。

19. 根据权利要求18所述的液体喷射设备, 其中, 所述高度H为不大于 $14\mu\text{m}$, 所述长度P为不大于 $12\mu\text{m}$, 所述长度W为不小于 $17\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$, 并且所述通道中的流速为从所述喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于900倍。

20. 根据权利要求18所述的液体喷射设备, 其中, 所述高度H为不大于 $8\mu\text{m}$, 所述长度P为不大于 $8\mu\text{m}$, 所述长度W为不小于 $17\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$, 并且所述通道中的流速为从所述喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于50倍。

21. 根据权利要求18所述的液体喷射设备, 其中, 所述供应装置促使所述液体喷射头允许液体从外部通过所述供应通道流入到所述通道中、并且允许液体从所述通道通过所述流出通道流出到外部。

液体喷射头、液体喷射设备和供应液体的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及液体喷射头、液体喷射设备和供应液体的方法,且具体地涉及这样的液体喷射头,所述液体喷射头在允许液体流经介于液体喷射开口和产生喷射能量的元件之间的通道的同时执行喷射操作。

背景技术

[0002] 日本专利特开No.2002-355973描述了这种类型的液体喷射头,所述液体喷射头通过促使墨水在液体喷射头中循环而在使墨水在液体喷射头的介于喷射开口和产生喷射能量的加热电阻之间的通道中循环的同时执行喷墨操作。根据这种构造,能够喷射墨水(该墨水在水中的水分等由于因喷射操作产生的热量而蒸发时变粘稠),并且供应新的墨水。结果,能够防止因变粘稠的墨水而堵塞喷射开口。

[0003] 然而,在如日本专利特开No.2002-355973中所述的允许液体流经介于喷射开口和能量产生元件之间的通道的构造中,即使液体是流动的,存在于喷射开口附近的液体的性质也会根据通道或喷射开口的形状而变化。例如,在喷墨的液体喷射头中,墨水可能会变粘稠或者色材浓度可能会变化,这可能会导致喷墨不良或打印图像的浓度不均匀。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供液体喷射头、液体喷射设备和供应液体的方法,所述的液体喷射头、液体喷射设备和供应液体的方法能够在允许液体流经介于喷射开口和能量产生元件之间的通道的构造中抑制喷射开口附近的液体的性质的变化。

[0005] 在本发明的第一方面,提供了一种液体喷射头,所述液体喷射头包括:喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;通道,在所述通道中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;喷射开口部分,所述喷射开口部分允许喷射开口和通道之间连通;供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到通道中;以及流出通道,所述流出通道用于允许液体从通道流出到外部,其中,当通道的沿着通道内部的液体流动方向在介于通道和喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、喷射开口部分的沿着从喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且喷射开口部分的沿着通道内部的液体流动方向的长度设定为W时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.7$ 。

[0006] 在本发明的第二方面,提供了一种供应液体喷射头中的液体的方法,所述液体喷射头包括:喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;通道,在所述通道中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;喷射开口部分,所述喷射开口部分允许喷射开口和通道之间连通;供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到通道中;以及流出通道,所述流出通道用于允许液体从通道流出到外部,其中,当执行液体供应以使得液体从外部通过供应通道流入到通道中、并且从通道通过流出通道流出到外部时,产生液体流动以使得从通道进入到喷射开口部分内部的液体到达形成在喷射开口中的液体弯月面的位置,并且随后返回到通道中。

[0007] 在本发明的第三方面,提供了一种液体喷射设备,所述液体喷射设备包括液体喷射头,所述液体喷射头包括:喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;通道,在所述通道中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;喷射开口部分,所述喷射开口部分允许喷射开口和通道之间连通;供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到通道中;以及流出通道,所述流出通道用于允许液体从通道流出到外部,所述液体喷射设备还包括供应装置,所述供应装置用于允许液体从外部通过供应通道流入到通道中、并且从通道通过流出通道流出到外部,其中,当通道的沿着通道内部的液体流动方向在介于通道和喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、喷射开口部分的沿着从喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且喷射开口部分的沿着通道内部的液体流动方向的长度设定为W时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.7$ 。

[0008] 在本发明的第四方面,提供了一种液体喷射头,所述液体喷射头包括:孔板,所述孔板包括用于喷射液体的喷射开口;和基板,用于将液体从一个端部侧供应到另一个端部侧的通道形成在孔板和基板之间,并且所述喷射开口形成在所述通道的一个端部侧和另一个端部侧之间,其中,当在介于允许喷射开口和通道之间连通的喷射开口部分和通道之间的连通部分中,所述通道在所述一个端部侧上的高度设定为H、喷射开口部分的沿着从喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且喷射开口部分的沿着从所述一个端部侧朝向所述另一个端部侧的方向的长度设定为W时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.7$ 。

[0009] 在本发明的第五方面,提供了一种液体喷射头,所述液体喷射头包括:喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;通道,在所述通道中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;喷射开口部分,所述喷射开口部分允许喷射开口和通道之间连通;供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到通道中;以及流出通道,所述流出通道用于允许液体从通道流出到外部,其中,当通道的沿着通道内部的液体流动方向在介于通道和喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、喷射开口部分的沿着从喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、喷射开口部分的沿着通道内部的液体流动方向的长度设定为W、且喷射开口部分的内切圆的有效直径设定为Z时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.7$ 和公式 $0.350 \times H + 0.227 \times P - 0.100 \times Z > 4$ 。

[0010] 在本发明的第六方面,提供了一种液体喷射头,所述液体喷射头包括:喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;通道,在所述通道中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;喷射开口部分,所述喷射开口部分允许喷射开口和通道之间连通;供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到通道中;以及流出通道,所述流出通道用于允许液体从通道流出到外部,其中,当通道的沿着通道内部的液体流动方向在介于通道和喷射开口部分之间的连通部分的上游侧处的高度设定为H、喷射开口部分的沿着从喷射开口喷射液体的方向的长度设定为P、并且喷射开口部分的沿着通道内部的液体流动方向的长度设定为W时,满足公式 $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.5$ 。

[0011] 在本发明的第七方面,提供了一种供应液体喷射头中的液体的方法,所述液体喷射头包括:喷射开口,所述喷射开口用于喷射液体;通道,在所述通道中布置有用于产生用以喷射液体的能量的能量产生元件;喷射开口部分,所述喷射开口部分允许喷射开口和通道之间连通;供应通道,所述供应通道用于允许液体从外部流入到通道中;以及流出通道,所述流出通道用于允许液体从通道流出到外部,其中,当供应液体以使得液体从外部通过

供应通道流入到通道中、并且从通道通过流出通道流出到外部时，产生液体流动以使得从通道进入到喷射开口部分内部的液体沿着喷射开口部分内部的液体的喷射方向到达对应于喷射开口部分内部的至少一半的位置处，并且随后返回到通道中。

[0012] 根据上述构造，能够通过允许液体在液体喷射头的通道中流动来抑制喷射开口附近的液体的性质的变化。因此，例如能够抑制因液体从喷射开口蒸发而使墨水变粘稠并且能够降低图像颜色的不均匀性。

[0013] (参照附图)根据以下对示例性实施例的描述，本发明的其它特征将变得显而易见。

附图说明

[0014] 图1是图解了根据本发明的喷射液体的液体喷射设备的实施例的喷墨打印设备的示意性构造的视图；

[0015] 图2是图解了应用于实施例的打印设备的循环路径中的第一循环构造的示图；

[0016] 图3是图解了应用于实施例的打印设备的循环路径中的第二循环构造的示图；

[0017] 图4是图解了在第一循环构造和第二循环构造之间流入到液体喷射头中的墨水流入量的差异的示图；

[0018] 图5A和图5B是图解了实施例的液体喷射头的透视图；

[0019] 图6是图解了构成液体喷射头的部件或者单元的分解透视图；

[0020] 图7是图解了第一通道构件至第三通道构件中的每一个的正面和背面的示图；

[0021] 图8是图解了通道构件中的通道的透视图，通过连接第一通道构件至第三通道构件而形成所述通道；

[0022] 图9是沿着图8中的线IX-IX截取的截面图；

[0023] 图10A和图10B是图解了一个喷射模块的透视图；

[0024] 图11A是打印元件板的表面的平面图，在所述打印元件板上形成有喷射开口，图11B是打印元件板的表面的局部放大图，图11C是打印元件板的表面的相对侧的视图；

[0025] 图12是图解了沿着图11A的线XII-XII截取的截面的透视图；

[0026] 图13是打印元件板的邻接两个喷射模块的邻接部分的局部放大平面图；

[0027] 图14A和图14B是图解了根据实施例的另一个示例的液体喷射头的透视图；

[0028] 图15是图解了根据实施例的另一个示例的液体喷射头的透视分解图；

[0029] 图16是图解了构成根据实施例的另一个示例的组成液体喷射头的通道构件的示图；

[0030] 图17是图解了根据实施例的另一个示例的在液体喷射头中的打印元件板和通道构件之间的液体连接关系的透视图；

[0031] 图18是沿着图17中的线XVIII-XVIII截取的截面图；

[0032] 图19A和图19B是分别图解了根据实施例的另一个示例的液体喷射头的喷射模块的透视图和分解图；

[0033] 图20是图解了打印元件板的布置有喷射开口的表面、处于将盖板从打印元件板的相对侧移除的状态下的打印元件板的表面、以及与布置有喷射开口的表面相对的相对侧表面的示意图；

[0034] 图21是图解了根据实施例的喷墨打印设备的第二应用例的透视图；

[0035] 图22A、22B和22C是用于描述根据本发明的第一实施例在液体喷射头中的喷射开口和喷射开口附近的墨水通道的构造的示意图；

[0036] 图23是图解了根据第二实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示意图；

[0037] 图24A和图24B是图解了根据第二实施例和比较例在喷射开口部分内部的墨水的色材浓度状态的示意图；

[0038] 图25是用于描述第二实施例和比较例的从相应液体喷射头喷射的墨水的色材浓度之间的比较的示意图；

[0039] 图26是图解了产生第二实施例的流动模式的液体喷射头和产生比较例的流动模式的液体喷射头之间的关系示意图；

[0040] 图27A、图27B、图27C和图27D是用于描述在液体喷射头中的与位于图26的阈值线上方和下方的相应区域相对应的喷射开口部分周围的墨水流动情况的示意图；

[0041] 图28是用于描述相对于液体喷射头的各种形状，流动是对应于流动模式A还是对应于流动模式B的示意图；

[0042] 图29A和图29B是图解了在每种流动模式中从液体喷射头喷射后暂停一特定时间之后的喷射次数(喷射数)和与之对应的喷射速度之间的关系示意图；

[0043] 图30是图解了根据本发明的第三实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示意图；

[0044] 图31是图解了根据本发明的第四实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示意图；

[0045] 图32是图解了根据本发明的第五实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示意图；

[0046] 图33是图解了根据本发明的第六实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示意图；

[0047] 图34是图解了根据本发明的第七实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示意图；

[0048] 图35A和图35B是图解了根据本发明的第八实施例的液体喷射头的形状、尤其是喷射开口的形状的示意图；

[0049] 图36A和图36B是图解了根据本发明的第九实施例在液体喷射头内部流动的每一种墨水流动模式中的流动情况的示意图；

[0050] 图37A和图37B是图解了根据本发明的第九实施例在喷射开口部分内部的墨水的色材浓度状态的示意图；

[0051] 图38是图解了第九实施例中每一种流动模式的蒸发速率和循环流速之间的关系示意图；

[0052] 图39A、图39B和图39C是图解了根据本发明的第十实施例的三种通道形状的流动模式的示意图；

[0053] 图40是图解了根据第十实施例当喷射开口的直径变化时流动模式判定值的取值的等高线图；

[0054] 图41A、图41B和图41C是图解了根据第十实施例观察相应通道形状的喷射开口的喷射液滴的观察结果的示图；

[0055] 图42是图解了根据第十实施例当气泡与大气连通时在喷射开口的直径变化的情况下的等高线图；

[0056] 图43是图解了根据第一实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示图；

[0057] 图44A和图44B是图解了根据第八实施例的液体喷射头的示图；

[0058] 图45A和图45B是图解了根据第八实施例的液体喷射头的示图；

[0059] 图46是图解了第一应用例的打印设备的视图；

[0060] 图47是图解了第三循环构造的示图；

[0061] 图48A和图48B是图解了根据第一应用例的液体喷射头的变型例的视图；

[0062] 图49是图解了根据第一应用例的液体喷射头的变型例的视图；

[0063] 图50是图解了根据第一应用例的液体喷射头的变型例的视图；

[0064] 图51是图解了根据第三应用例的打印设备的视图；

[0065] 图52是图解了第四循环构造的示图；

[0066] 图53A和图53B是图解了根据第三应用例的液体喷射头的视图；以及

[0067] 图54A、图54B和图54C是图解了根据第三应用例的液体喷射头的视图。

具体实施方式

[0068] 在下文中，将参照附图描述应用了本发明的应用例和实施例。另外，根据本发明的喷射诸如墨水这样的液体的液体喷射头以及安装有液体喷射头的液体喷射设备能够应用于打印机、复印机、具有通信系统的传真机、具有打印机的文字处理器、以及组合有各种处理装置的工业打印设备。例如，液体喷射头和液体喷射设备能够用于制造生物芯片或者印刷电子电路。此外，因为下文描述的实施例是本发明的详细示例，所以能够对其进行各种技术限制。然而，本发明的实施例并不局限于说明书中的实施例或者其它的详细方法，并且能够在本发明的精神范围内进行变型。

[0069] (第一应用例)

[0070] <喷墨打印设备>

[0071] 图1是图解了本发明中的喷射液体的液体喷射设备尤其是喷墨打印设备(在下文中也称作打印设备)1000的示意性构造的示图，所述打印设备1000通过喷墨而打印图像。打印设备1000包括：传送单元1，所述传送单元1传送打印介质2；和直线型(纸幅型)液体喷射头3，所述液体喷射头3布置成基本正交于打印介质2的传送方向。然后，打印设备1000是直线型打印设备，其通过在连续地或者间歇地传送打印介质2的同时将墨水喷射到相对运动的打印介质2上而在一次通过的过程中连续地打印图像。液体喷射头3包括：负压控制单元230，所述负压控制单元230控制循环路径中的压力(负压)；液体供应单元220，所述液体供应单元220与负压控制单元230连通，以使得液体能够在它们之间流动；液体连接部分111，所述液体连接部分111用作液体供应单元220的墨水供应开口和墨水喷射开口；以及壳体80。打印介质2并不局限于裁切片材，并且也可以是连续卷筒介质。液体喷射头3能够用青色C、品红色M、黄色Y和黑色K的墨水打印全彩色图像并且流体地连接到用作将液体供应到液

体喷射头3的供应路径的液体供应构件、主罐和缓冲罐(参见下文描述的图2)。此外,控制单元电连接到液体喷射头3,所述控制单元为液体喷射头3供电并且将喷射控制信号传输到液体喷射头3。将在下文描述液体喷射头3中的液体路径和电子信号路径。

[0072] 打印设备1000是喷墨打印设备,其使得诸如墨水这样的液体在罐和液体喷射头3之间进行循环,如下所述。在第一应用例的喷墨打印设备中,能够应用各种循环构造,其中包括下述的第一循环构造和第二循环构造。第一循环构造是通过致动在液体喷射头3的下游侧的两个循环泵(用于高压和低压)以使液体循环的构造。第二循环构造是通过致动在液体喷射头3的上游侧的两个循环泵(用于高压和低压)以使液体循环的构造。在下文中将描述第一循环构造和第二循环构造。

[0073] (描述第一循环构造)

[0074] 图2是图解了应用于应用例的打印设备1000的循环路径中的第一循环构造的示意图。液体喷射头3流体连接至第一循环泵(高压侧)1001、第一循环泵(低压侧)1002以及缓冲罐1003。此外,在图2中,为了简化描述,图解了青色C、品红色M、黄色Y和黑色K中的一种颜色的墨水所流经的路径。然而,实际上,在液体喷射头3和打印设备本体中设置有四种颜色的循环路径。

[0075] 在第一循环构造中,主罐1006内部的墨水由补充泵1005供应到缓冲罐1003中,然后由第二循环泵1004通过液体连接部分111供应到液体喷射头3的液体供应单元220。随后,由连接到液体供应单元220的负压控制单元230调节成两种不同负压(高压和低压)的墨水在被分流到具有高压和低压的两条通道中的同时进行循环。液体喷射头3内部的墨水通过在液体喷射头3的下游侧的第一循环泵(高压侧)1001和第一循环泵(低压侧)1002的作用而在液体喷射头中进行循环,从液体喷射头3通过液体连接部分111排出,并且返回到缓冲罐1003。

[0076] 作为子罐的缓冲罐1003包括大气连通开口(未示出),所述大气连通开口连接到主罐1006以使罐的内部与外部连通并且由此能够将墨水中的气泡排出到外部。补充泵1005设置在缓冲罐1003和主罐1006之间。在打印操作和抽吸收集操作中,在因从液体喷射头3的喷射开口喷射墨水(喷墨)而消耗墨水之后,补充泵1005将墨水从主罐1006输送到缓冲罐1003。

[0077] 两个第一循环泵1001和1002从液体喷射头3的液体连接部分111抽吸液体,以使得液体流至缓冲罐1003。作为第一循环泵,具有定量液体输送能力的容积式泵是理想的。具体地,例如能够使用管泵、齿轮泵、隔膜泵和注射泵。然而,例如,普通恒流量阀或者普通安全阀可以布置在泵的出口处以确保预定流率。当驱动液体喷射头3时,操作第一循环泵(高压侧)1001和第一循环泵(低压侧)1002,以使得墨水以预定流率流经共用供应通道211和共用收集通道212。因为墨水以这种方式流动,所以在打印操作期间液体喷射头3的温度被保持为最优温度。在驱动液体喷射头3时的预定流率被理想地设定成等于或者高于一定的流率,在所述一定的流率下液体喷射头3内部的打印元件板10之间的温度差不会影响打印质量。首先,当设定过高的流率时,打印元件板10之间的负压差因液体喷射单元300内部的通道的压力损失的影响而增大,并且由此导致浓度的不均匀。为此,理想的是考虑打印元件板10之间的温度差和负压差而设定流率。

[0078] 负压控制单元230设置在介于第二循环泵1004和液体喷射单元300之间的路径中。

负压控制单元230被操作成即使在循环系统中的墨水流率因每单位面积的喷射量差异而变化时,也能保持负压控制单元230的下游侧的压力(即,液体喷射单元300附近的压力)。作为构成负压控制单元230的两个负压控制机构,可以使用任何机构,只要负压控制单元230的下游侧的压力能够被控制在预定范围内或者小于期望的设定压力即可。作为示例,能够采用诸如所谓的“减压调节器”这样的机构。在应用例的循环通道中,由第二循环泵1004通过液体供应单元220为负压控制单元230的上游侧加压。利用这样的构造,因为能够抑制缓冲罐1003的水头压力对液体喷射头3的影响,所以能够扩展打印设备1000的缓冲罐1003的布置自由度。

[0079] 作为第二循环泵1004,能够使用涡轮泵或者容积式泵,只要在驱动液体喷射头3时在所使用的墨水循环流率的范围内能够具有预定的头压力或者更高的压力即可。具体地,能够使用隔膜泵。此外,例如,替代第二循环泵1004,也可以使用布置成相对于负压控制单元230具有特定水头差的高位水箱。

[0080] 如图2所示,负压控制单元230包括分别具有不同的控制压力的两个负压调节机构H、L。在这两个负压调节机构中,相对高压侧(在图2中用“H”表示)和相对低压侧(在图2中用“L”表示)通过液体供应单元220分别连接到液体喷射单元300内部的共用供应通道211和共用收集通道212。液体喷射单元300设置有与打印元件板相连通的共用供应通道211、共用收集通道212和单独通道215(单独供应通道213和单独收集通道214)。负压控制机构H连接到共用供应通道211,负压控制机构L连接到共用收集通道212,并且在两条共用通道之间形成压差。然后,因为单独通道215与共用供应通道211和共用收集通道212相连通,所以产生流动(由图2中的箭头方向指示的流动),其中,液体的一部分从共用供应通道211通过形成在打印元件板10内部的通道流动至共用收集通道212。两个负压调节机构H、L通过过滤器221连接到来自液体连接部分111的通道。

[0081] 以这种方式,液体喷射单元300具有这样的流动,其中,在液体流动经过共用供应通道211和共用收集通道212时,液体的一部分经过打印元件板10。为此,由打印元件板10产生的热量能够通过流经共用供应通道211和共用收集通道212的墨水而排出到打印元件板10的外部。利用这样的构造,在由液体喷射头3打印图像时,即使在压力室中或者在未喷射液体的喷射开口中也能够产生墨水的流动。因此,能够以减小在喷射开口内部变粘稠的墨水的粘度的方式来抑制墨水变粘稠。此外,变粘稠的墨水或者墨水中的异物能够被朝向共用收集通道212排出。为此,应用例的液体喷射头3能够高速打印高质量图像。

[0082] (描述第二循环构造)

[0083] 图3是图解了第二循环构造的示意图,所述第二循环构造与第一循环构造的区别在于应用到应用例的打印设备的循环路径。与第一循环构造的主要区别在于构成负压控制单元230的两个负压控制机构都将负压控制单元230的上游侧的压力控制在偏离期望设定压力的预定范围内。此外,与第一循环构造的另一个区别在于第二循环泵1004用作负压源以减小负压控制单元230的下游侧的压力。此外,再一个区别在于第一循环泵(高压侧)1001和第一循环泵(低压侧)1002布置在液体喷射头3的上游侧且负压控制单元230布置在液体喷射头3的下游侧。

[0084] 在第二循环构造中,主罐1006内部的墨水由补充泵1005供应到缓冲罐1003。随后,通过设置在液体喷射头3中的负压控制单元230的作用,墨水被分流到两条通道中并且在处

于高压侧和低压侧的两条通道中进行循环。通过第一循环泵(高压侧)1001和第一循环泵(低压侧)1002的作用,分流到处于高压侧和低压侧的两条通道中的墨水经由液体连接部分111供应到液体喷射头3。随后,通过负压控制单元230从液体喷射头3经由液体连接部分111排出因第一循环泵(高压侧)1001和第一循环泵(低压侧)1002的作用而在液体喷射头内部循环的墨水。通过第二循环泵1004使排出的墨水返回到缓冲罐1003。

[0085] 在第二循环构造中,即使在因每单位面积的喷射量变化而导致流率变化时,负压控制单元230也能够将负压控制单元230的上游侧(即,液体喷射单元300)的压力的变化稳定在偏离预定压力的预定范围内。在应用例的循环通道中,由第二循环泵1004通过液体供应单元220对负压控制单元230的下游侧加压。利用这样的构造,因为能够抑制缓冲罐1003的水头压力对液体喷射头3的影响,所以缓冲罐1003在打印设备1000中的布置能够具有多种选择。替代第二循环泵1004,例如,也能够使用高位水箱,所述高位水箱布置成相对于负压控制单元230具有预定水头差。与第一循环构造相类似地,在第二循环构造中,负压控制单元230包括分别具有不同的控制压力的两个负压控制机构。在两个负压调节机构中,高压侧(在图3中用“H”表示)和低压侧(在图3中用“L”表示)通过液体供应单元220分别连接到液体喷射单元300内部的共用供应通道211或者共用收集通道212。当由两个负压调节机构将共用供应通道211的压力设定成高于共用收集通道212的压力时,形成从共用供应通道211经由单独通道215和形成在打印元件板10内部的通道流至共用收集通道212的液体流动。

[0086] 在这样的第二循环构造中,能够在液体喷射单元300内部获得与第一循环构造的液体流动相同的液体流动,但是第二循环构造具有不同于第一循环构造的两个优点。作为第一优点,在第二循环构造中,因为负压控制单元230布置在液体喷射头3的下游侧,所以不必担心由负压控制单元230产生的异物或者废物流入到液体喷射头3中。作为第二优点,在第二循环构造中,液体从缓冲罐1003流至液体喷射头3所必需的流率最大值小于第一循环构造中的流率最大值。原因如下。

[0087] 在打印待机状态中进行循环的情况下,共用供应通道211和共用收集通道212的流率之和设定为流率A。将流率A的取值定义为在打印待机状态中调节液体喷射头3的温度以使得液体喷射单元300内部的温度差处于期望范围内所必需的最小流率。此外,当从液体喷射单元300的所有喷射开口喷射墨水时(全喷射状态)所获得的喷射流率定义为流率F(每个喷射开口的喷射量 \times 每单位时间的喷射频率 \times 喷射开口的数量)。

[0088] 图4是图解了在第一循环构造和第二循环构造之间流入到液体喷射头3的墨水流入量的差异的示意图。图4-(a)图解了第一循环构造中的待机状态,且图4-(b)图解了第一循环构造中的全喷射状态。图4-(c)至图4-(f)图解了第二循环构造。在此,图4-(c)和图4-(d)图解了流率F低于流率A的情况,图4-(e)和图4-(f)图解了流率F高于流率A的情况。以这种方式,阐释了待机状态中的流率和全喷射状态中的流率。

[0089] 将描述第一循环构造(图4-(a)和图4-(b))的情况,其中,均具有定量液体输送能力的第一循环泵1001和第一循环泵1002布置在液体喷射头3的下游侧。在此情况下,第一循环泵1001和第一循环泵1002的总流率成为流率A(图4-(a))。通过流率A,能够管理待机状态中的液体喷射单元300内部的温度。然后,在液体喷射头3的全喷射状态的情况下,第一循环泵1001和第二循环泵1002的总流率保持为流率A。然而,由液体喷射头3的喷射产生的负压发挥作用。因此,获得供应到液体喷射头3的液体的最大流率,以使得由全喷射消耗的流率F

被添加到总流率的流率A中。由此,供应到液体喷射头3的供应量的最大值满足流率A+流率F的关系,原因在于流率F被添加到流率A(图4-(b))。

[0090] 与此同时,在第二循环构造(其中第一循环泵1001和第一循环泵1002布置在液体喷射头3的上游侧)的情况下(图4-(c)至图4-(f)),类似于第一循环构造,打印待机状态所必需的供应到液体喷射头3的供应量变为流率A。因此,当在第二循环构造中(其中第一循环泵1001和第一循环泵1002布置在液体喷射头3的上游侧)流率A高于流率F时(图4-(c)和图4-(d)),即使在全喷射状态中供应到液体喷射头3的供应量也足以变为流率A。此时,液体喷射头3的排出流率满足流率A-流率F的关系(图4-(d))。然而,当流率F高于流率A时(图4-(e)和图4-(f)),在供应到液体喷射头3的液体的流率变为全喷射状态中的流率A的情况下,流率变得不充分。为此,当流率F高于流率A时,供应到液体喷射头3的供应量需要设定成流率F。此时,因为在全喷射状态中由液体喷射头3消耗的流率为F,所以从液体喷射头3排出的液体的流率几乎变为零(图4-(f))。另外,如果当流率F高于流率A时在全喷射状态中没有喷射液体,则从液体喷射头3排出的液体受制于由流率F的喷射所消耗的量。

[0091] 以这种方式,在第二循环构造的情况下,针对第一循环泵1001和第一循环泵1002所设定的流率的总值,即,必需的供应流率的最大值变为流率A和流率F中的较大值。为此,只要使用具有相同构造的液体喷射单元300,第二循环构造所必需的供应量的最大值(流率A或流率F)就变得小于第一循环构造所必需的供应流率的最大值(流率A+流率F)。

[0092] 为此,在第二循环构造的情况下,可应用循环的自由度有所增加。例如,能够使用具有简单构造和低成本的循环泵或者能够减小设置在主体侧路径中的冷却器(未示出)的载荷。因此,优点在于能够降低打印设备的成本。该优点在具有流率A或者流率F中的相对较大取值的直线型头中尤为突出。因此,在直线型头中,具有较长的纵向长度的直线型头是有利的。

[0093] 与此同时,第一循环构造比第二循环构造更为有利。即,在第二循环构造中,因为在打印待机状态中流经液体喷射单元300的液体的流率变得最大,所以在图像的每单位面积的喷射量变得较小时(在下文中,也称作低占空比图像),施加到喷射开口的负压较高。为此,当通道宽度变窄并且负压升高时,在易于出现不均匀的低占空比图像中高负压被施加到喷射开口。因此,担心可能会随着连同墨水的主液滴一起喷射的所谓卫星液滴的数量的增加而降低打印质量。与此同时,在第一循环构造的情况下,因为当形成每单位面积具有大喷射量的图像(在下文中,也称作高占空比图像)时高负压被施加到喷射开口,所以优点在于即使在产生了多个卫星液滴的情况下,卫星液滴对图像的影响也较小。能够考虑液体喷射头和打印设备本体的规格(喷射流率F、最小循环流率A、以及头内部的通道阻力)而符合期望地选择这两种循环构造。

[0094] (描述第三循环构造)

[0095] 图47是图解了第三循环构造的示意图,所述第三循环构造是在应用例的打印设备中使用的循环路径之一。将省略与第一循环构造和第二循环构造相同的功能和构造的描述且将仅描述区别所在。

[0096] 在该循环路径中,液体从三个位置供应到液体喷射头3中,这三个位置包括液体喷射头3的中心部分的两个位置和液体喷射头3的一个端部侧。由共用收集通道212收集从共用供应通道211流至每个压力室23的液体并且在液体喷射头3的另一个端部处将液体从收

集开口收集到外部。单独供应通道213与共用供应通道211和共用收集通道212连通,并且打印元件板10和布置在打印元件板内部的压力室23设置在单独供应通道213的路径中。因此,来自第一循环泵1002的液体流的一部分从共用供应通道211流至共用收集通道212,同时流过打印元件板10的压力室23并进行流动(参见图47的箭头)。这是因为在压力调节机构H和压力调节机构L之间产生了压差,所述压力调节机构H连接到共用供应通道211,所述压力调节机构L连接到共用收集通道212,并且第一循环泵1002仅连接到共用收集通道212。

[0097] 以这种方式,在液体喷射单元300中,产生了经过共用收集通道212的液体流动以及从共用供应通道211流至共用收集通道212且同时经过每个打印元件板10内部的压力室23的液体流动。为此,由每个打印元件板10产生的热量能够通过从共用供应通道211流至共用收集通道212的流动而被排出到打印元件板10的外部且同时抑制压力损失。此外,根据该循环路径,与第一循环构造和第二循环构造相比,能够减小作为液体输送单元的泵的数量。

[0098] (描述液体喷射头的构造)

[0099] 将描述根据第一应用例的液体喷射头3的构造。图5A和图5B是图例了根据应用例的液体喷射头3的透视图。液体喷射头3是直线型(纸幅型)液体喷射头,其中,连续地布置有十五个打印元件板10(直列式布置),每一个打印元件板10都能够喷射青色C、品红色M、黄色Y和黑色K的四种颜色的墨水。如图5A所示,液体喷射头3包括通过能够向印刷元件板10供应电能的柔性电路板40和电子接线板90而彼此电连接的打印元件板10、信号输入端子91和供电端子92。信号输入端子91和供电端子92电连接到印刷设备1000的控制单元,从而将喷射所必需的喷射驱动信号和电力供应到印刷元件板10。当通过电子接线板90内部的电路集成布线时,与打印元件板10的数量相比,能够减少信号输入端子91和供电端子92的数量。因此,当将液体喷射头3组装到打印设备1000或者更换液体喷射头时,减少了要分离的电连接部件的数量。如图5B所示,设置在液体喷射头3的两个端部处的液体连接部分111连接到打印设备1000的液体供应系统。因此,将包括青色C、品红色M、黄色Y和黑色K的四种颜色的墨水从打印设备1000的供应系统供应至液体喷射头3并且由打印设备1000的供应系统收集经过液体喷射头3的墨水。以这种方式,不同颜色的墨水能够循环通过打印设备1000的路径和液体喷射头3的路径。

[0100] 图6是图例了构成液体喷射头3的部件或单元的分解透视图。液体喷射单元300、液体供应单元220和电子接线板90附接到壳体80。液体连接部分111(参见图3)设置在液体供应单元220中。而且,为了移除供应墨水中的异物,用于不同颜色的过滤器221(参见图2和图3)设置在液体供应单元220内部,同时与液体连接部分111的开口连通。分别对应于两种颜色的两个液体供应单元220设置有过滤器221。经过过滤器221的液体被供应到布置在液体供应单元220上的负压控制单元230,所述液体供应单元220布置成对应于每一种颜色。负压控制单元230是包括不同颜色的负压控制阀的单元。通过设置在其中的弹簧构件或者阀的作用,由液体的流率变化造成的打印设备1000的供应系统(位于液体喷射头3的上游侧的供应系统)内部的压力损失的变化大幅度降低。因此,负压控制单元230能够将负压控制单元的下游侧(液体喷射单元300)的负压变化稳定在预定范围内。如图2所示,不同颜色的两个负压控制阀构建在负压控制单元230内部。两个负压控制阀分别设定为不同的控制压力。在此,高压侧通过液体供应单元220与液体喷射单元300内部的共用供应通道211(参见图2)连通且低压侧通过液体供应单元220与共用收集通道212连通(参见图2)。

[0101] 壳体80包括液体喷射单元支撑部分81和电子接线板支撑部分82并且在支撑液体喷射单元300和电子接线板90的同时确保液体喷射头3的刚性。电子接线板支撑部分82用于支撑电子接线板90并且由螺丝固定到液体喷射单元支撑部分81。液体喷射单元支撑部分81用于校正液体喷射单元300的扭曲或变形,以确保打印元件板10之间的相对位置精度。因此,抑制已打印介质的条纹和不均匀性。为此,理想的是液体喷射单元支撑部分81具有足够的刚性。作为材料,诸如SUS或铝这样的金属或者诸如氧化铝这样的陶瓷是理想的。液体喷射单元支撑部分81设置有开口83和84,橡胶连接件100插入到所述开口83和84中。从液体供应单元220供应的液体通过橡胶连接件送往构成液体喷射单元300的第三通道构件70。

[0102] 液体喷射单元300包括多个喷射模块200和通道构件210,并且盖构件130附接到液体喷射单元300中的靠近打印介质的面。在此,盖构件130是具有相框状表面并且设置有长形开口131的构件,如图6所示,并且从开口131暴露出被包括在喷射模块200中的打印元件板10和密封构件110(参见下文要描述的图10A)。开口131的周边框架用作盖构件的接触面以在打印待机状态中盖住液体喷射头3。为此,理想的是通过沿着开口131的周边施加粘合剂、密封材料和填充材料以填充液体喷射单元300的喷射开口面上的不均匀部分或者间隙而在加盖状态中形成闭合空间。

[0103] 接下来,将描述被包括在液体喷射单元300中的通道构件210的构造。如图6所示,通过层压第一通道构件50、第二通道构件60和第三通道构件70获得通道构件210,并且通道构件210将供应自液体供应单元220的液体分配到喷射模块200。此外,通道构件210是使液体从喷射模块200再循环返回到液体供应单元220的通道构件。通道构件210由螺丝固定到液体喷射单元支撑部分81并且由此抑制通道构件210的扭曲或变形。

[0104] 图7-(a)至图7-(f)是图解了第一通道构件至第三通道构件的正面和背面的示图。图7-(a)图解了在第一通道构件50中的安装有喷射模块200的面,图7-(f)图解了在第三通道构件70中的液体喷射单元支撑部分81与之接触的面。第一通道构件50和第二通道构件60彼此接合,以使得在图7-(b)和图7-(c)中示出且对应于通道构件的接触面的部分彼此面对,并且第二通道构件和第三通道构件彼此接合以使得在图7-(d)和图7-(e)中示出且对应于通道构件的接触面的部分彼此面对。当第二通道构件60和第三通道构件70彼此接合时,由通道构件的共用通道槽62和71形成沿着通道构件的纵向方向延伸的八条共用通道(211a、211b、211c、211d、212a、212b、212c、212d)。因此,在通道构件210内部形成一组共用供应通道211和共用收集通道212以对应于每一种颜色。墨水从共用供应通道211供应至液体喷射头3,并且供应到液体喷射头3的墨水由共用收集通道212收集。第三通道构件70的连通开口72(参见图7-(f))与橡胶连接件100的孔连通并且流体连接到流体供应单元220(参见图6)。第二通道构件60的共用通道槽62的底面设置有多组连通开口61(与共用供应通道211连通的连通开口61-1以及与共用收集通道212连通的连通开口61-2)并且与第一通道构件50的单独通道槽52的一个端部连通。第一通道构件50的单独通道槽52的另一个端部设置有连通开口51并且通过连通开口51流体连接到喷射模块200。通过单独通道槽52,能够在通道构件的中央侧密集地设置通道。

[0105] 理想的是,第一通道构件至第三通道构件由相对于液体具有耐腐蚀性并且具有低线性膨胀系数的材料形成。作为材料,例如能够适当地使用复合材料(树脂),所述复合材料通过将诸如纤维或者细硅颗粒这样的无机填料添加到诸如氧化铝、LCP(液晶聚合物)、PPS

(聚苯硫醚)、PSF (聚砜) 或者改性PPE (聚苯醚) 这样的基体材料而获得。作为形成通道构件210的方法,可以层压三个通道构件并且将它们彼此粘接。当选材为树脂复合材料时,可以采用使用熔接的接合方法。

[0106] 图8是图解了当从在第一通道构件50中安装有喷射模块200的面观察时图7-(a)的 α 部分的局部放大透视图并且图解了通过将第一通道构件至第三通道构件彼此接合而形成的通道构件210内部的通道。共用供应通道211和共用收集通道212形成为使得从通道的两端交替地布置共用供应通道211和共用收集通道212。在此,将描述通道构件210内部的通道之间的连接关系。

[0107] 通道构件210设置有沿着液体喷射头3的纵向方向延伸且设置用于每一种颜色的共用供应通道211 (211a、211b、211c、211d) 和共用收集通道212 (212a、212b、212c、212d)。由单独通道槽52形成的单独供应通道213 (213a、213b、213c、213d) 通过连通开口61连接到不同颜色的共用供应通道211。此外,由单独通道槽52形成的单独收集通道214 (214a、214b、214c、214d) 通过连通开口61连接到不同颜色的共用收集通道212。通过这样的通道构造,能够将墨水从共用供应通道211通过单独供应通道213集中地供应到位于通道构件的中央部分的打印元件板10。此外,能够通过单独收集通道214将墨水从打印元件板10收集到共用收集通道212。

[0108] 图9是沿着图8的线IX-IX截取的截面图。单独收集通道 (214a、214c) 通过连通开口51与喷射模块200连通。在图9中,仅示出了单独收集通道 (214a、214c),但是在不同的截面中,单独供应通道213和喷射模块200如图8所示彼此连通。被包括在每一个喷射模块200中的支撑构件30和打印元件板10设置有通道,该通道将墨水从第一通道构件50供应到设置在打印元件板10中的打印元件15。此外,支撑构件30和打印元件板10设置有通道,该通道将供应到打印元件15的液体的一部分或者全部收集(再循环)到第一通道构件50。

[0109] 在此,每一种颜色的共用供应通道211均通过液体供应单元220连接到对应颜色的负压控制单元230 (高压侧),且共用收集通道212通过液体供应单元220连接到负压控制单元230 (低压侧)。通过负压控制单元230,在共用供应通道211和共用收集通道212之间产生压差(压力差)。为此,如图8和图9所示,在具有彼此连接的通道的应用例的液体喷射头内部,按照每一种颜色的共用供应通道211、单独供应通道213、打印元件板10、单独收集通道214和共用收集通道212的顺序产生流动。

[0110] (描述喷射模块)

[0111] 图10A是图解了一个喷射模块200的透视图,图10B是其分解视图。作为制造喷射模块200的方法,首先,将打印元件板10和柔性电路板40粘接到设置有液体连通开口31的支撑构件30上。随后,将打印元件板10上的端子16和柔性电路板40上的端子41通过接线彼此电连接,并且接线部分(电连接部分)由密封构件110密封。与柔性电路板40的打印元件板10相对的端子42电连接到电子接线板90的连接端子93 (参见图6)。因为支撑构件30用作支撑体以支撑打印元件板10和通道构件(这使打印元件板10与通道构件210彼此流体连通),所以理想的是支撑构件具有高平面度并且在接合到打印元件板时具有足够高的可靠性。作为材料,例如氧化铝或者树脂是理想的。

[0112] (描述打印元件板的结构)

[0113] 图11A是图解了在打印元件板10中设置有喷射开口13的面的俯视图,图11B是图

11A的A部分的放大视图,图11C是图11A的背面的俯视图。在此,将描述应用例的打印元件板10的构造。如图11A所示,打印元件板10的喷射开口形成构件12设置有对应于不同颜色的墨水的四列喷射开口。此外,喷射开口13的喷射开口列的延伸方向将称作“喷射开口列方向”。如图11B所示,用作用于通过热能喷射液体的喷射能量产生元件的打印元件15布置在对应于每个喷射开口13的位置处。设置在打印元件15内部的压力室23由分隔壁22限定。打印元件15通过设置在打印元件板10中的电线(未示出)电连接到端子16。然后,打印元件15在基于从打印设备1000的控制电路经由电子接线板90(参见图6)和柔性电路板40(参见图10B)输入的脉冲信号进行加热时使液体沸腾。通过由沸腾产生的发泡力从喷射开口13喷射液体。如图11B所示,液体供应路径18沿着每个喷射开口列在一侧延伸,且液体收集路径19沿着喷射开口列在另一侧延伸。液体供应路径18和液体收集路径19是沿着设置在打印元件板10中的喷射开口列方向延伸并且通过供应开口17a和收集开口17b与喷射开口13连通的通道。

[0114] 如图11C所示,片状盖构件20层压在打印元件板10中的设置有喷射开口13的面的背面上且盖构件20设置有与液体供应路径18和液体收集路径19连通的多个开口21。在应用例中,盖构件20设置有用用于每条液体供应路径18的三个开口21和用于每条液体收集路径19的两个开口21。如图11B所示,盖构件20的开口21与图7-(a)中示出的连通开口51连通。理想的是盖构件20具有充分的针对液体的耐腐蚀性。从防止颜色混合的角度看,开口21的开口形状和开口位置需要具有高精度。为此,理想的是通过使用感光树脂材料或者硅板作为盖构件20的材料,利用光刻法形成开口21。以这种方式,盖构件20通过开口21改变通道的间距。在此,理想的是通过膜状构件形成盖构件,考虑到压力损失,所述膜状构件具有较薄的厚度。

[0115] 图12是图12图解了当沿着图11A的线XII-XII截取时打印元件板10和盖构件20的截面的透视图。在此,将描述打印元件板10内部的液体流动。盖构件20用作形成液体供应路径18和液体收集路径19的壁的一部分的盖,所述液体供应路径18和液体收集路径19形成在打印元件板10的基板11中。通过层压由硅形成的基板11和由感光树脂形成的喷射开口形成构件12而形成打印元件板10,并且将盖构件20接合至基板11的背面。基板11的一个面设置有打印元件15(参见图11B)并且其背面设置有槽,所述槽形成沿着喷射开口列延伸的液体供应路径18和液体收集路径19。由基板11和盖构件20形成的液体供应路径18和液体收集路径19分别连接到每个通道构件210内部的共用供应通道211和共用收集通道212,并且在液体供应路径18和液体收集路径19之间产生压差。当从喷射开口13喷射液体以打印图像时,在基板11内部设置在未喷射液体的喷射开口处的液体供应路径18内部的液体借助压差通过供应开口17a、压力室23和收集开口17b流向液体收集路径19(参见图12的箭头C)。通过该流动,能够由液体收集路径19收集与打印操作无关的喷射开口13或者压力室23中的异物、气泡、以及由来自喷射开口13的蒸发而产生的变粘稠的墨水。此外,能够抑制喷射开口13或者压力室23中的墨水变粘稠。收集到液体收集路径19中的液体通过盖构件20的开口21和支撑构件30的液体连通开口31(参见图10B)而按照通道构件210内部的连通开口51(参见图7-(a))、单独收集通道214和共用收集通道212的顺序进行收集。然后,液体从液体喷射头3被收集到打印设备1000的收集路径中。即,从打印设备本体供应到液体喷射头3的液体按照下述的顺序流动,以便进行供应和收集。

[0116] 首先,液体从液体供应单元220的液体连接部分111流入到液体喷射头3中。然后,相继通过橡胶连接件100、设置在第三通道构件中的连通开口72和共用通道槽71、设置在第二通道构件中的共用通道槽62和连通开口61、以及设置在第一通道构件中的单独通道槽52和连通开口51供应液体。随后,在相继经过设置在支撑构件30中的液体连通开口31、设置在盖构件20中的开口21、以及设置在基板11中的液体供应路径18和供应开口17a的同时将液体供应到压力室23。在供应到压力室23的液体中,未从喷射开口13喷射出的液体相继流经设置在基板11中的收集开口17b和液体收集路径19、设置在盖构件20中的开口21、以及设置在支撑构件30中的液体连通开口31。随后,液体相继流经设置在第一通道构件中的连通开口51和单独通道槽52、设置在第二通道构件中的连通开口61和共用通道槽62、设置在第三通道构件70中的共用通道槽71和连通开口71、以及橡胶连接件100。然后,液体从设置在液体供应单元220中的液体连接部分111流至液体喷射头3的外部。

[0117] 在图2示出的第一循环构造中,通过负压控制单元230将从液体连接部分111流出的液体供应至橡胶连接件100。此外,在图3示出的第二循环构造中,通过负压力控制单元230使从压力室23收集的液体经过橡胶连接件100并且从液体收集部分111流至液体喷射头的外部。从液体喷射单元300的共用供应通道211的一个端部流出的全部液体都不会通过单独供应通道213a供应至压力室23。即,液体可以从共用供应通道211的另一个端部流至液体供应单元220,同时从共用供应通道211的一个端部流出的液体不会流入单独供应通道213a。以这种方式,因为路径设置成使得液体从中流过且不经过打印元件板10,所以能够即使在如应用例中所述包括具有小流动阻力的大通道的打印元件板10中也能够抑制液体的循环流动发生逆流。以这种方式,因为能够在应用例的液体喷射头3中抑制喷射开口或者压力室23附近的液体变粘稠,所以能够抑制喷射延迟或者不喷射的情况。结果,能够打印高质量图像。

[0118] (描述打印元件板之间的位置关系)

[0119] 图13是图解了两个相邻的喷射模块200中的打印元件板的邻接部分的局部放大俯视图。在应用例中,使用大体为平行四边形的打印元件板。喷射开口列(14a至14d)布置成倾斜的且同时相对于液体喷射头3的纵向方向具有预定角度,所述喷射开口列具有设置在每个打印元件板10中的喷射开口13。然后,在打印元件板10之间的邻接部分处的喷射开口列形成使得至少一个喷射开口在打印介质传送方向上重叠。在图13中,直线D上的两个喷射开口相互重叠。通过这样的布置方案,即使在打印元件板10的位置略微偏离预定位置时,通过重叠的喷射开口的驱动控制能够实现在打印图像中看不到黑色条纹或者缺失。即使在替代之字状而将打印元件板10布置成直线状(直列式)时,也能够解决在连接部分处的黑色条纹或者白色条纹的问题。具体地,能够通过图13示出的构造在抑制喷射头3的沿着打印介质传送方向的长度增加的同时解决在打印元件板10之间的连接部分处的黑色条纹或者白色条纹的问题。此外,在应用例中,打印元件板的主平面具有平行四边形的形状,但是本发明并不局限于此。例如,即使在使用具有矩形形状、梯形形状和其它形状的打印元件板时,也能够理想地使用本发明的构造。

[0120] (描述液体喷射头的构造的变型例)

[0121] 将描述图46和图48A至图50中示出的液体喷射头的构造的变型例。将省略与上述示例相同的构造和功能的描述并且仅主要描述区别。

[0122] 在变型例中,如图46和图48所示,液体喷射头3和外部之间的液体连接部分111沿着纵向方向集中布置在液体喷射头的一个端部侧上。负压控制单元230集中布置在液体喷射头3的另一个端部侧(图49)。属于液体喷射头3的液体供应单元220构造为对应于液体喷射头3的长度的长形单元并且包括分别对应于待供应的四种液体的通道和过滤器221。如图49所示,设置在液体喷射单元支撑部分81上的开口83至86的位置也位于与液体喷射头3的位置不同的位置处。

[0123] 图50示出了通道构件50、60和70的层压状态。打印元件板10直线式地布置在构成通道构件50、60和70中的最上层的通道构件50的上表面上。作为与形成在每个打印元件板10的背面侧的开口21相连通的通道,两条单独供应通道213和一条单独收集通道214设置用于每一种颜色的液体。因此,作为形成于设置在打印元件板10的背面上的盖构件20处的开口21,两个供应开口21和一个收集开口21设置用于每一种颜色的液体。如图32所示,交替地布置沿着液体喷射头3的纵向方向延伸的共用供应通道211和共用收集通道212。

[0124] (第二应用例)

[0125] <喷墨打印设备>

[0126] 接下来,将参照附图描述根据本发明的第二应用例的喷墨打印设备2000和液体喷射头2003的构造,所述第二应用例不同于上述的第一应用例。在以下的描述中,将仅描述与第一应用例的不同之处且将省略与第一应用例相同的部件的描述。

[0127] 图21是图解了根据用于喷射液体的应用例的喷墨打印设备2000的示图。应用例的打印设备2000与第一应用例的区别在于通过并列地布置四个单色液体喷射头2003(它们分别对应于青色C、品红色M、黄色Y和黑色K的墨水)的构造在打印介质上打印全彩色图像。在第一应用例中,能够用于一种颜色的喷射开口列的数量是一列。然而,在本应用例中,能够用于一种颜色的喷射开口列的数量是二十列。为此,当打印数据被适当地分配给多个喷射开口列以打印图像时,能够以更高的速度打印图像。此外,即使在存在不喷射液体的喷射开口的情况下,也能够从沿着打印介质传送方向位于与非喷射开口相对应的位置处的其它列中的喷射开口补充喷射液体。提高了可靠性并且因此能够适用于打印商业图像。与第一应用例相类似地,打印设备2000的供应系统、缓冲罐1003(参见图2和图3)和主罐1006(参见图2和图3)流体连接到液体喷射头2003。此外,电子控制单元电连接到液体喷射头2003,所述电子控制单元将电力和喷射控制信号传输到液体喷射头2003。

[0128] (描述循环路径)

[0129] 与第一应用例相类似地,图2、图3和图47中图解的第一循环构造、第二循环构造和第三循环构造能够用作打印设备2000和液体喷射头2003之间的液体循环构造。

[0130] (描述液体喷射头的结构)

[0131] 图14A和图14B是图解了根据应用例的液体喷射头2003的透视图。在此,将描述根据应用例的液体喷射头2003的构造。液体喷射头2003是喷墨直线型(纸幅型)打印头,其包括沿着液体喷射头2003的纵向方向直线式地布置的十六个打印元件板2010并且能够通过一种液体打印图像。与第一应用例相类似地,液体喷射头2003包括液体连接部分111、信号输入端子91和供电端子92。然而,因为本应用例的液体喷射头2003与第一应用例相比包括多个喷射开口列,所以信号输入端子91和供电端子92布置在液体喷射头2003的两侧。这是因为需要减小由设置在打印元件板2010中的接线部分导致的电压下降或者信号传输延迟。

[0132] 图15是图解了液体喷射头2003和根据其功能构成液体喷射头2003的部件或单元的斜视分解图。液体喷射头内部的每一个单元和构件的功能或液体流动顺序基本与第一应用例类似,但是确保液体喷射头的刚性的功能有所不同。在第一应用例中,主要由液体喷射单元支撑部分81确保液体喷射头的刚性,但是在第二应用例的液体喷射头2003中,由被包括在液体喷射单元2300中的第二通道构件2060确保液体喷射头的刚性。应用例的液体喷射单元支撑部分81连接到第二通道构件2060的两端且液体喷射单元2300机械地连接到打印设备2000的盒以便定位液体喷射头2003。电子接线板90和包括负压控制单元2230的液体供应单元2220连接到液体喷射单元支撑部分81。两个液体供应单元2220中的每一个都包括构建于其中的过滤器(未示出)。

[0133] 两个负压控制单元2230设定成将压力控制为不同的、且相对较高和较低的负压。此外,如图14B和图15所示,当高压侧和低压侧的负压控制单元2230设置在液体喷射头2003的两个端部时,沿着液体喷射头2003的纵向方向延伸的共用供应通道和共用收集通道中的液体流动的方向彼此相反。在这样的构造中,促进了共用供应通道和共用收集通道之间的换热并且由此减小了两条共用通道内部的温度差。因此,减小了沿着共用通道设置的打印元件板2010的温度差。结果,优点是不易于出现因温度差而导致的打印不均匀。

[0134] 接下来,将描述液体喷射单元2300的通道构件2210的详细构造。如图15所示,通道构件2210通过层压第一通道构件2050和第二通道构件2060而获得并且将供应自液体供应单元2220的液体分配到喷射模块2200。通道构件2210用作使从喷射模块2200再循环的液体返回到液体供应单元2220的通道构件。通道构件2210的第二通道构件2060是在其中形成有共用供应通道和共用收集通道并且提高了液体喷射头2003的刚性的通道构件。为此,理想的是第二通道构件2060的材料具有充分的针对液体的耐腐蚀性和高机械强度。具体地,能够使用SUS、钛或者氧化铝。

[0135] 图16-(a)示出了图解第一通道构件2050中安装有喷射模块2200的面的示图,图16-(b)示出了图解其背面和接触第二通道构件2060的面的示图。与第一应用例不同,本应用例的第一通道构件2050具有多个构件邻接地布置成分别对应于喷射模块2200的构造。通过采用这样的分割式结构,能够将多个模块布置成对应于液体喷射头2003的长度。因此,该结构尤其能够适用于相对较长的液体喷射头(其对应于例如具有B2尺寸或者更大的片材)。如图16-(a)所示,第一通道构件2050的连通开口51与喷射模块2200流体连通。如图16-(b)所示,第一通道构件2050的单独连通开口53与第二通道构件2060的连通开口61流体连通。图16-(c)图解了第二通道构件60的相对于第一通道构件2050的接触面,图16-(d)图解了第二通道构件60的沿着厚度方向的中央部分的截面,并且16-(e)示出了图解第二通道构件2060相对于液体供应单元2220的接触面的示图。第二通道构件2060的连通开口或通道的功能类似于第一应用例中的每一种颜色的情形。第二通道构件2060的共用通道槽71形成为使得其一侧是图17中示出的共用供应通道2211而其另一侧是共用收集通道2212。沿着液体喷射头2003的纵向方向分别设置这些通道,以将液体从其一个端部供应到其另一个端部。该应用例与第一应用例的区别在于共用供应通道2211和共用收集通道2212中的液体流动方向彼此相反。

[0136] 图17是图解了打印元件板2010和通道构件2210之间的液体连接关系的透视图。沿着液体喷射头2003的纵向方向延伸的一对共用供应通道2211和共用收集通道2212设置在

通道构件2210内部。第二通道构件2060的连通开口61连接到第一通道构件2050的单独连通开口53,以使得两个位置相互匹配。从第二通道构件2060的共用供应通道2211通过连通开口61与第一通道构件2050的连通开口51相连通的液体供应通道得以形成。类似地,还形成了从第二通道构件2060的连通开口72通过共用收集通道2212与第一通道构件2050的连通开口51相连通的液体供应路径。

[0137] 图18是沿着图17的线XVIII-XVIII截取的截面图。共用供应通道2211通过连通开口61、单独连通开口53和连通开口51连接到喷射模块2200。尽管在图18中未示出,但显而易见的是,在图17中的不同截面中共用收集通道2212通过相同的路径连接到喷射模块2200。与第一应用例相类似地,喷射模块2200和打印元件板2010中的每一个都设置有通道,所述通道与每个喷射开口连通并且因此在液体经过没有执行喷射操作的喷射开口时所供应的液体中的一部分或者全部能够再循环。此外,与第一应用例相类似地,共用供应通道2211通过液体供应单元2220连接到负压控制单元2230(高压侧),共用收集通道2212通过液体供应单元2220连接到负压控制单元2230(低压侧)。因此,流动形成为使得液体因压差而从共用供应通道2211通过打印元件板2010的压力室流至共用收集通道2212。

[0138] (描述喷射模块)

[0139] 图19A是图解了喷射模块2200的透视图,图19B是其分解图。与第一应用例的区别在于端子16沿着打印元件板2010的喷射开口列方向分别布置在两侧(打印元件板2010的长侧部分)。因此,电连接到打印元件板2010的两块柔性电路板40被设置用于每一块打印元件板2010。因为设置在打印元件板2010中的喷射开口列的数量是二十列,所以喷射开口列多于第一应用例的八个喷射开口列。在此,因为从端子16到打印元件的最大距离被缩短,所以减小了在打印元件板2010内的接线部分中产生的电压下降或者信号延迟。此外,支撑构件2030的液体连通开口31沿着设置在打印元件板2010中的整个喷射开口列敞开。其它的构造与第一应用例类似。

[0140] 图20(a)示出的示意图图解了打印元件板2010中布置有喷射开口13的面,并且图20(c)示出的示意图图解了图20(a)所示的面的背面。图20(b)示出的示意图图解了当移除了设置在图20(c)所示的打印元件板2010的背面中的盖板2020时的打印元件板2010的面。如图20(b)所示,在打印元件板2010的背面沿着喷射开口列方向交替地设置液体供应路径18和液体收集路径19。喷射开口列的数量大于第一应用例中的喷射开口列的数量。然而,与第一应用例的主要区别在于端子16如上所述沿着喷射开口列方向布置在打印元件板的两侧。基本构造与第一应用例的相似之处在于在每个喷射开口列中设置有一对液体供应路径18和液体收集路径19并且盖板2020设置有与支撑构件2030的液体连通开口31连通的开口21。

[0141] (第三应用例)

[0142] <喷墨打印设备>

[0143] 将描述根据本发明的第三应用例的喷墨打印设备1000和液体喷射头3的构造。第三应用例的液体喷射头是通过一次扫描在B2尺寸的打印介质上打印图像的纸幅型。因为第三应用例与第二应用例在多个方面类似,所以在下文中仅主要描述与第二应用例的区别而将省略与第二应用例相同的构造的描述。

[0144] 图51是图解了根据该应用例的喷墨打印设备的示意图。打印设备1000具有这样的

构造,其中,图像不是通过从液体喷射头3喷射的液体直接打印在打印介质上。即,液体首先被喷射到中间转印构件(中间转印鼓)1007以在其上形成图像,然后再将图像转印到打印介质2上。在打印设备1000中,分别对应于四种颜色(C、M、Y、K)的墨水的液体喷射头3沿着中间转印鼓1007布置成圆弧状。因此,在中间转印构件上执行全彩色打印处理,在中间转印构件上适当地干燥所打印的图像,并且将图像转印到由片材传送辊1009传送至转印部分1008的打印介质2上。第二应用例的片材传送系统主要用于沿着水平方向传送裁切片材。然而,本应用例的片材传送系统也能够应用于从主辊(未示出)供应的连续片材。在这样的鼓传送系统中,因为在将预定张力施加至片材的同时易于传送片材,所以即使在高速打印操作中也难以发生传送卡纸。为此,提高了设备的可靠性并且由此使设备适用于商业打印用途。与第一应用例和第二应用例相类似地,打印设备1000的供应系统、缓冲罐1003和主罐1006流体连接到每个液体喷射头3。此外,电控制单元电连接到每个液体喷射头3,所述电控制单元将喷射控制信号和电力传输到液体喷射头3。

[0145] (描述第四循环构造)

[0146] 不仅图2、图3或图47中示出的第一循环构造至第三循环构造能够用作液体循环路径,而且图52中示出的循环路径也能够理想地应用。图52中示出的循环路径类似于图3中示出的第二循环路径。然而,与图3的第二循环路径的主要区别在于旁路阀1010额外地设置成与第一循环泵1001和1002以及第二循环泵1004的每一条通道连通。旁路阀1010具有通过在压力超过预定压力时打开阀而减小旁路阀1010的上游压力的功能(第一功能)。此外,旁路阀1010还具有通过来自打印设备本体的控制基板的信号而在任意时刻打开和关闭阀的功能(第二功能)。

[0147] 通过第一功能,能够抑制将偏大或偏小的压力施加到第一循环泵1001和1002的下游侧或者第二循环泵1004的上游侧。例如,当没有正确地操作第一循环泵1001和1002的功能时,存在可能将偏大的流率或压力施加到液体喷射头3的情况。因此,担心液体可能从液体喷射头3的喷射开口泄漏或者液体喷射头3内部的每个接合部分可能会断裂。然而,当如本应用例中所述增加旁路阀1010以用于第一循环泵1001和1002时,旁路阀101会在压力偏大的情况下打开。由此,因为对于每个循环泵的上游侧开放了液体路径,所以能够抑制上述问题。

[0148] 此外,通过第二功能,当停止循环驱动操作时,在第一循环泵1001和1002以及第二循环泵1004的操作停止之后,基于打印设备本体的控制信号迅速地打开所有旁路阀1010。因此,能够在短时间内释放液体喷射头3的(介于负压控制单元230和第二循环泵1004之间的)下游部分的高负压(例如,几kPa到几十kPa)。在将诸如隔膜泵这样的容积式泵用作循环泵时,通常在泵内构建止回阀。然而,当打开旁路阀1010时,也能够从缓冲罐1003的下游部分释放液体喷射头3的下游部分的压力。尽管能够仅从上游侧释放液体喷射头3的下游部分的压力,但是压力损失存在于液体喷射头的上游通道和液体喷射头内部的通道中。为此,因为当释放压力时需要消耗一定的时间,所以液体喷射头3内部的共用通道内的压力会在短时间内下降过多。因此,担心喷射开口中的弯月面可能会被破坏。然而,因为当打开液体喷射头3的下游侧的旁路阀1010时液体喷射头的下游压力得以进一步释放,所以降低了喷射开口中的弯月面被破坏的风险。

[0149] (描述液体喷射头的结构)

[0150] 将描述根据本发明的第三应用例的液体喷射头3的结构。图53A是图解了根据该应用例的液体喷射头3的透视图,图53B是其分解透视图。液体喷射头3是包括三十六块打印元件板10并且用一种颜色打印图像的喷墨纸幅型打印头,这三十六块打印元件板10沿着液体喷射头3的纵向方向布置成直线状(直列式)。与第二应用例相类似地,液体喷射头3包括屏蔽板132,所述屏蔽板132除了信号输入端子91和供电端子92以外还保护液体喷射头的矩形侧面。

[0151] 图53B是图解了液体喷射头3的分解透视图。在图53B中,构成液体喷射头3的部件或单元根据其功能进行划分并图解(其中,没有示出遮蔽板132)。各单元和构件的功能以及液体喷射头3内部的液体循环顺序与第二应用例类似。与第二应用例的主要区别在于分割开的电子接线板90和负压控制单元230布置在不同的位置处并且第一通道构件具有不同的形状。正如在本应用例中那样,例如,在液体喷射头3的长度对应于B2尺寸的打印介质的情况下,由液体喷射头3消耗的功率较大并且因此设置了八块电子接线板90。长形电子接线板支撑部分82的两个侧面中的每一个都附接四块电子接线板90,所述长形电子接线板支撑部分82附接到液体喷射单元支撑部分81。

[0152] 图54A是图解了液体喷射头3的侧视图,所述液体喷射头3包括液体喷射单元300、液体供应单元220和负压控制单元230,图54B是图解了液体流动的示意图,图54C是图解了沿着图54A的线LIVC-LIVC截取的截面图。为了便于理解附图,简化了一部分构造。

[0153] 液体连接部分111和过滤器221设置在液体供应单元220的内部并且负压控制单元230一体地形成在液体供应单元220的低压侧。因此,负压控制单元230和打印元件板10之间的沿着高度方向的距离较之第二应用例变短。利用该构造,液体供应单元220内部的通道连接部分的数量减少。结果,优点在于提高了防止打印液体泄漏的可靠性并且减少了部件或组装步骤的数量。

[0154] 此外,因为负压控制单元230和液体喷射头3的喷射开口形成面之间的水头差相对减小,所以该构造能够适当地应用于如图51所示的液体喷射头3的倾角对于每一个液体喷射头都有所不同的打印设备。因为能够减小水头差,所以即使在使用具有不同倾角的液体喷射头3时也能够减小施加到打印元件板的喷射开口的负压差。此外,因为从负压控制单元230到打印元件板10的距离减小,所以减小了它们之间的流动阻力。因此,减小了因液体的流率变化导致的压力损失方面的差异并且由此能够更加理想地控制负压。

[0155] 图54B是图解了液体喷射头3内部的打印液体的流动的示意图。尽管循环路径与图52中示出的循环路径在回路方面是类似的,但是54B图解了在实际的液体喷射头3的部件中的液体流动。沿着液体喷射头3的纵向方向延伸的一对共用供应通道211和共用收集通道212设置在长形第二通道构件60内部。共用供应通道211和共用收集通道212形成使得液体在其中沿着相反的方向流动并且过滤器221设置在每条通道的上游侧以便捕获从连接部分111等处侵入的异物。以这种方式,因为液体沿着相反的方向流经共用供应通道211和共用收集通道212,所以能够理想地减小液体喷射头3内部的沿着纵向方向的温度梯度。为了简化图52的描述,用相同的方向表示共用供应通道211和共用供应通道212中的流动。

[0156] 负压控制单元230连接到共用供应通道211和共用收集通道212中的每一条的下游侧。此外,在共用供应通道211的路线上设置要连接到单独供应通道213a的分支部分,在共用收集通道212的路线上设置要连接到单独收集通道213b的分支部分。单独供应通道213a

和单独收集通道213b形成在第一通道构件50内部并且每条单独供应通道均与设置在打印元件板10的背面的盖板20的开口10A(参见图20)连通。

[0157] 在图54B中用“H”和“L”表示的负压控制单元230是位于高压侧(H)和低压侧(L)的单元。负压控制单元230是背压型压力调节机构,其将负压控制单元230的上游压力控制为高负压(H)和低负压(L)。共用供应通道211连接到负压控制单元230(高压侧),共用收集通道212连接到负压控制单元230(低压侧),以使得在共用供应通道211和共用收集通道212之间产生压差。通过该压差,液体从共用供应通道211流至共用收集通道212,同时相继经过单独供应通道213a、打印元件板10中的喷射开口11(压力室23)、以及单独收集通道213b。

[0158] 图54C是图解了沿着图54A的线LIVC-LIVC截取的截面的透视图。在该应用例中,每个喷射模块200都包括第一通道构件50、打印元件板10和柔性电路板40。在该实施例,在第二应用例中描述的支撑构件30(图18)并不存在,而且包括盖构件20的打印元件板10直接接合到第一通道构件50。液体从形成于设置在第二通道构件处的共用供应通道211的上表面处的连通开口61通过形成于第一通道构件50的下表面处的单独连通开口53供应到单独供应通道213a。随后,液体经过压力室23并且经过单独收集通道213b、单独连通开口53和连通开口61,从而被收集到共用收集通道212中。

[0159] 在此,与如图15所示的第二应用例不同,相对于形成在第二通道构件50的上表面处的连通开口61,形成在第一通道构件50的下表面(第二通道构件60附近的面)处的单独连通开口53足够大。通过这样的构造,即使在喷射模块200安装到第二通道构件60上的情况下发生位置偏移时,第一通道构件和第二通道构件也能够可靠地彼此流体连通。结果,提高了液体喷射头的制造过程的产量并且因此能够实现降低成本。

[0160] 尽管已就能够应用本发明的第一应用例至第三应用例进行说明,但上述应用例的描述并不限制本发明的范围。作为示例,在应用例中,已经描述了通过加热元件产生气泡以喷射液体的热类型。然而,本发明也能够应用于采用压电型和其它各种液体喷射类型的液体喷射头。

[0161] 在应用例中,已经描述了诸如墨水这样的液体在罐和液体喷射头之间进行循环的喷墨打印设备(打印设备),但是也可以使用其它的应用例。在其它的应用例中,例如,可以采用这样的构造,其中,墨水不进行循环并且两个罐设置在液体喷射头的上游侧和下游侧,以使墨水从一个罐流至另一个罐。以这种方式,压力室内部的墨水可以流动,

[0162] 在应用例中,已经描述了使用所谓纸幅型头的示例,所述纸幅型头的长度对应于打印介质的宽度,但是本发明也能够应用于所谓的串联型液体喷射头,其在扫描打印介质的同时在打印介质上打印图像。作为串联型液体喷射头,例如,液体喷射头可以配备有喷射黑色墨水的打印元件板和喷射彩色墨水的打印元件板,但是本发明并不局限于此。即,可以提供这样的液体喷射头,所述液体喷射头比打印介质的宽度短并且包括多块打印元件板,所述打印元件板布置成使得喷射开口沿着喷射开口列方向相互重叠,并且打印介质可以由该液体喷射头扫描。

[0163] 接下来,将对主要描述本发明的特征的实施例进行说明。

[0164] (第一实施例)

[0165] 图22A、图22B和图22C是用于描述根据本发明的第一实施例的液体喷射头中的喷射开口以及喷射开口附近的墨水通道的构造的示图。图22A是从喷射墨水的侧部观察的墨

水通道等的平面图,图22B是沿着图22A的线XXIIB-XXIIB截取的截面图,图22C是沿着图22A的线XXIIB-XXIIB截取的截面的透视图。

[0166] 如这些图所示,参照图12等描述的墨水的循环在液体喷射头的基板11上的、设置有打印元件15的压力室23以及位于压力室23的前方和后方的通道24中产生墨水流动17。更具体地,促使墨水循环的压差导致从液体供应路径(供应通道)18供应的墨水流动通过设置在基板11中的供应开口17a,以经过通道24、压力室23和通道24,并且通过收集开口17b抵达液体收集路径(流出通道)19。

[0167] 除了上述的墨水流动之外,在打印元件15上方的从打印元件(能量产生元件)15到喷射开口13的空间在非喷射状态中也充满墨水,并且墨水的弯月面(墨水边界13a)在沿着喷射方向的一侧形成在喷射开口13的端部部分周围。墨水边界在图22B中由直线(平面)表示。然而,其形状应根据形成喷射开口13的壁的构件和墨水的表面张力确定。通常,该形状变为具有凹部或凸形的曲线(曲面)。墨水边界由直线表示以便简化图示。当在形成弯月面的情况下驱动对应于能量产生元件15的电热转换元件(加热器)时,可以利用产生的热量在墨水中生成气泡,以从喷射开口13喷射墨水。在本实施例中,描述了将加热器用作能量产生元件的示例。然而,本发明并不局限于此。例如,可以使用诸如压电元件等的各种能量产生元件。在本实施例中,例如,流经通道24的墨水的流速处于约0.1mm/s(毫米/秒)至100mm/s的范围内,并且即使在墨水流动的同时执行喷射操作的情况下,对命中精度等的影响也可以相对较小。

[0168] (关于P、W和H之间的关系)

[0169] 关于本实施例的液体喷射头,通道24的高度H、孔板(通道形成构件12)的厚度P、以及喷射开口的长度(直径)W之间的关系按下文所述予以确定。

[0170] 在图22B中,用H表示通道24的在上游侧、在对应于喷射开口13的孔板(在下文中称作喷射开口部分13b)的厚度P的一部分的下端(介于喷射开口部分和通道之间的连通部分)处的高度。另外,用P表示喷射开口部分13b的长度。此外,用W表示喷射开口部分13b的沿着通道24内部的液体流动方向的长度。关于本实施例的液体喷射头,H处于3 μ m至30 μ m的范围内,P处于3 μ m至30 μ m的范围内,且W处于6 μ m至30 μ m的范围内。另外,关于墨水,非挥发性溶质浓度被调节为30%,色材浓度被调节为3%,并且粘度被调节为0.002Pa·s到0.01Pa·s的范围内。

[0171] 本实施例如下所述地构造成抑制墨水因墨水从喷射开口13蒸发而变粘稠。图43是图解了当在通道24和液体喷射头的压力室23中流动的墨水的墨水流动17(参见图22A、图22B和图22C)处于稳定状态时,在喷射开口13、喷射开口部分13b和通道24中的墨水流动17的流动情况的示意图。在该附图中,箭头的长度不表示墨水流动的速度大小。图43图解了当墨水在液体喷射头中以 1.26×10^{-4} ml/min的流量从液体供应路径18流入到通道24中时的流动,其中,通道24的高度为14 μ m,喷射开口部分13b的长度P为10 μ m,并且喷射开口的长度(直径)W为17 μ m。

[0172] 在本实施例中,通道24的高度H、喷射开口部分13b的长度P、以及喷射开口部分13b的沿着墨水流动方向的长度W之间的关系满足以下的公式(1):

[0173] $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.5$ 公式(1)

[0174] 当本实施例的液体喷射头满足该条件时,如图43所示,流入通道24中的墨水流动17

流入到喷射开口部分13b中,抵达对应于喷射开口部分13b的孔板的厚度的至少一半的位置处,并且随后再次返回到通道24中。返回到通道24中的墨水通过液体收集路径19流至上述的共用收集通道212。换言之,墨水17的至少一部分从压力室23抵达对应于喷射开口部分13b的沿着朝向墨水边界13a的方向的一半或者更多的位置处,然后返回到通道24中。由此能够抑制墨水因在喷射开口部分13b内部的大区域中流动而变粘稠。当在液体喷射头内部产生这样的墨水流动时,除通道24以外的喷射开口部分13b中的墨水可以流出至通道24。结果,能够抑制墨水变粘稠并且能够抑制墨水色材浓度在墨水喷射开口13和喷射开口部分13b中增加。从喷射开口喷射的墨水的液滴包括以混合状态喷射的喷射开口部分13b中的墨水和压力室23(通道24)中的墨水。在该实施例中,理想的是在喷射的液滴中来自压力室23(通道24)的墨水的速率大于来自喷射开口部分的墨水的速率。该条件对应于例如产生的用于喷射的气泡与外界空气相连通的情形。具体地,尺寸为H等于或小于 $20\mu\text{m}$ 、P等于或小于 $20\mu\text{m}$ 且W等于或小于 $30\mu\text{m}$ 并且相应地能够执行更高分辨率的打印的液体喷射头是理想的。如上所述,该实施例能够抑制喷射开口附近的液体的性质发生变化并且因此能够实现抑制墨水粘度因来自于喷射开口的液体蒸发而增加并且降低图像中颜色的不均匀性。

[0175] (第二实施例)

[0176] 图23是图解了根据本发明的第二实施例流入到液体喷射头中的墨水的流动情况的示图。相同的附图标记将赋予与上述的第一实施例中相同的部分,并且将省略其描述。

[0177] 本实施例如下所述地构造成进一步降低了墨水因来自于喷射开口的液体蒸发而变粘稠的影响。图23是图解了当墨水17以与图43相类似的稳定状态在液体喷射头内部流动时在喷射开口13、喷射开口部分13b和通道24中的墨水17的流动情况的示图。在该图中,箭头的长度不对应于速度的大小,并且所指示的一定的长度与速度的大小无关。图23图解了当墨水从H为 $14\mu\text{m}$ 、P为 $5\mu\text{m}$ 且W为 $12.4\mu\text{m}$ 的液体喷射头中的液体供应路径18以 $1.26 \times 10^{-4}\text{ml/min}$ 的流量流入到通道24中时的流动情况。

[0178] 在本实施例中,通道24的高度H、喷射开口部分13b的长度P、以及喷射开口部分13b的沿着墨水流动方向的长度W之间的关系满足下述的公式(2)。因此,与第一实施例相比,能够以更加有效的方式抑制墨水在喷射开口部分13b的墨水边界13a的附近滞留,以免因墨水通过喷射开口蒸发而造成墨水的色材浓度变化以及墨水的粘度增加。更具体地,在本实施例的液体喷射头中,如图23所示,流入通道24的墨水17流入到喷射开口部分13b中,抵达墨水边界13a附近的位置(弯月面位置),并且随后再次通过喷射开口部分13b的内部返回到通道24中。返回到通道24中的墨水通过液体收集路径19流至上述的共用收集通道212。这样的墨水流动不仅允许在易于受到蒸发影响的喷射开口部分13b内部的墨水流出至通道24,而且也允许在蒸发影响尤为显著的墨水边界13a附近的墨水流出至通道24,并且不会在喷射开口部分13b内部滞留。结果,可以允许在喷射开口周围、尤其是在易于受到墨水水分蒸发等影响的位置处的墨水流出且不会在此滞留,并且能够抑制墨水变粘稠或者墨水的色材浓度增加。本实施例能够抑制墨水边界13a的至少一部分的粘度增加,并且因此当与整个墨水边界13a的粘度增加的情况相比时,能够进一步减小对喷射(例如对喷射速度的变化等)的影响。

[0179] 本实施例的上述墨水17至少在墨水边界13a周围的中央部分(喷射开口的中心部分)处具有沿着通道24内部的墨水流动方向(在图23中的从左侧至右侧的方向)的速度分

量(在下文中称作正速度分量)。在本说明书中,墨水17至少在墨水边界13a周围的中央部分处具有正速度分量的流动模式被称作“流动模式A”。另外,正如以下的比较例中所述,墨水17在墨水边界13a周围的中央部分处具有方向与正速度分量相反的负速度分量的流动模式被称作“流动模式B”。

[0180] 图24A和图24B是图解了喷射开口部分13b内部的墨水的色材浓度状态的示图。图24A图解了本实施例的状态,图24B图解了比较例的状态。更具体地,图24A图解了流动模式A的情况,图24B图解了上述比较例所涉及的流动模式B的情况,在流动模式B中,在喷射开口部分13b内部的墨水边界13a的中央部分周围的流动具有负速度分量。此外,图24A和24B所示的等高线表示喷射开口部分13b内部的墨水中的色材浓度分布。

[0181] 基于表示通道结构的P、W和H等的取值来确定流动模式A和B。图24A图解了当墨水以 1.26×10^{-4} ml/min的流量从液体供应路径18流至液体喷射头的通道24时的流动模式A的状态,所述液体喷射头具有H为14 μ m、P为5 μ m且W为12.4 μ m的形状。与此同时,图24B图解了当墨水以 1.26×10^{-4} ml/min的流量从液体供应路径18流至液体喷射头的通道24时的流动模式B的状态,所述液体喷射头具有H为14 μ m、P是11 μ m且W为12.4 μ m的形状。图24B示出的流动模式B中的喷射开口部分13b内部的墨水的色材浓度高于图24A示出的流动模式A中的喷射开口部分13b内部的墨水的色材浓度。换言之,在图24A示出的流动模式A中,通过具有正速度分量的墨水17抵达墨水边界13a周围的部分处,可以将喷射开口部分13b内部的墨水一直置换到通道24中(允许流出)。以这种方式,能够抑制墨水在喷射开口部分13b的内部滞留。结果,能够抑制色材浓度和粘度的增加。

[0182] 图25是用于描述从产生流动模式A的液体喷射头(头A)喷射的墨水的色材浓度以及从产生流动模式B的液体喷射头(头B)喷射的墨水的色材浓度之间的比较。该图示出了与喷射墨水同时在通道24中产生墨水17的情况相对应的数据以及与喷射墨水同时没有产生墨水17并且在每一个头A和头B的通道内部都不存在墨水流动的情况相对应的数据。另外,在该图中,横轴表示从喷射开口喷射墨水之后所经历的时间,纵轴表示由喷射的墨水在打印介质上形成的点的色材浓度比。该浓度比是在将由以100Hz的喷射频率喷射的墨水所形成的点的浓度设定为1时,在每一段经历的时间之后由喷射的墨水形成的点的浓度比。

[0183] 如图25所示,当没有产生墨水17时,在头A和B两者中,在经历1秒或更长的时间之后的浓度比变为1.3或者更大,并且墨水的色材浓度在相对较短的时间内升高。另外,当在头B中产生墨水17时,浓度比处于高达约1.3的范围内,并且在与没有产生任何墨水流动的情况相比时,能够抑制色材浓度增加。然而,已经增加了色材浓度的墨水(对应于高达1.3的浓度比)会在喷射开口部分中滞留。另一方面,当在头A中产生墨水17时,色材浓度比的范围是1.1或者更小。根据验证而了解到:当色材浓度变化约为1.2或者更小时,人难以视觉识别颜色的不均匀。换言之,即使在经历的时间约为1.5秒时,头A也能抑制色材浓度变化以免造成视觉上可识别的颜色的不均匀,并且因此比头B更为理想。图25图解了色材浓度随着蒸发而增加的情况。然而,本实施例的液体喷射头也可以在色材浓度随着蒸发而减小时类似地抑制色材浓度的变化。

[0184] 根据发明人的验证等而了解到:在本实施例的产生流动模式A的液体喷射头中,通道24的高度H、孔板(通道形成构件12)的厚度P、以及喷射开口的长度(直径)W之间的关系满足以下的公式(2)。

[0185] $H^{-0.34} \times P^{-0.66} \times W > 1.7$ 公式 (2)

[0186] 在下文中,上述公式 (2) 的右侧的值将被称作判定值J。根据发明人的验证等而了解到:满足公式 (2) 的液体喷射头会处于图23所示的流动模式A,并且产生流动模式B的液体喷射头不满足公式 (2)。

[0187] 在下文中,将描述公式 (2)。

[0188] 图26是图解了第二实施例的产生流动模式A的液体喷射头和比较例的产生流动模式B的液体喷射头之间的关系的示图。图26的横轴表示P与H之比 (P/H),纵轴表示W与P之比 (W/P)。阈值线20是满足以下公式 (3) 的线。

[0189] $(W/P) = 1.7 \times (P/H)^{-0.34}$ 公式 (3)

[0190] 在图26中,在由阈值线20上方的斜线表示的区域中给出的H、P和W之间的关系对应于液体喷射头中的流动模式A,并且在阈值线20下方以及阈值线20上的区域中给出的H、P和W之间的关系对应于液体喷射头中的流动模式B。换言之,对应于液体喷射头中的流动模式A的关系满足以下的公式 (4)。

[0191] $(W/P) > 1.7 \times (P/H)^{-0.34}$ 公式 (4)

[0192] 在变换公式 (4) 时,获得公式 (2)。因此,H、P和W之间的关系满足公式 (2) 的头 (其判定值J为1.7或者更大的头) 对应于流动模式A。

[0193] 将参照图27A至图27D以及图28进一步描述该关系。图27A至图27D是用于描述对应于图26所示的阈值线20上方和下方的每一个区域的、在液体喷射头中的喷射开口部分13b周围的墨水流动17的流动情况的示图。图28是用于描述与液体喷射头的各种形状相关的、流动是对应于流动模式A还是对应于流动模式B的示图。在图28中,黑色圆点标记表示对应于流动模式A的液体喷射头,而X标记表示对应于流动模式B的液体喷射头。

[0194] 图27A图解了液体喷射头中的墨水流动,所述液体喷射头具有H为3 μ m、P为9 μ m且W为12 μ m的形状并且所述液体喷射头的判定值J为1.93 (大于1.7)。换言之,图27A中示出的示例对应于流动模式A。该头对应于图28中的点A。

[0195] 图27B图解了液体喷射头中的墨水流动,所述液体喷射头具有H为8 μ m、P为9 μ m且W为12 μ m的形状并且所述液体喷射头的判定值为1.39 (小于1.7)。换言之,该流动对应于流动模式B。该头对应于图28中的点B。

[0196] 图27C图解了液体喷射头中的墨水流动,所述液体喷射头具有H为6 μ m、P为6 μ m且W为12 μ m的形状并且所述液体喷射头的判定值为2.0 (大于1.7)。换言之,该流动对应于流动模式A。另外,该头对应于图28中的点C。

[0197] 最后,图27D图解了液体喷射头中的墨水流动,所述液体喷射头具有H为6 μ m、P为6 μ m且W为6 μ m的形状并且所述液体喷射头的判定值为1.0 (小于1.7)。换言之,该流动对应于流动模式B。另外,该头对应于图28中的点D。

[0198] 如上所述,可以将图26中的阈值线20用作边界以将液体喷射头分类成对应于流动模式A的液体喷射头和对应于流动模式B的液体喷射头。换言之,公式 (2) 中的判定值J大于1.7的液体喷射头对应于流动模式A,并且墨水流动17至少在墨水边界13a的中央部分处具有正速度分量。

[0199] 接下来,将描述分别从产生流动模式A的液体喷射头 (头A) 和产生流动模式B的液体喷射头 (头B) 喷射的墨水液滴的喷射速度之间的比较。

[0200] 图29A和图29B是图解了在从处于每一种流动模式的液体喷射头喷射之后再暂停一段时间之后的喷射次数(发射次数)和与之对应的喷射速度之间的关系的关系的示图。

[0201] 图29A图解了当使用头B喷射包含不小于20%的重量百分比的固体含量的颜料墨水时的喷射次数和喷射速度之间的关系,所述颜料墨水在喷射温度下的粘度约为4cP。如图29A所示,即使在墨水17存在的情况下,喷射速度也会根据暂停时间而减小,直到约二十次喷射为止。图29B图解了当使用头A喷射与图29A相同的颜料墨水时的喷射次数和喷射速度之间的关系,并且喷射速度在暂停之后不会从第一次喷射开始减小。在该实验中,使用包含不小于20%的重量百分比的固体含量的墨水。然而,浓度不会限制本发明。即使涉及墨水中的固体含量的易分散性,在喷射包含不小于约8%的重量百分比的固体含量的墨水时也能够清楚地体现模式A的效果。

[0202] 如上所述,在产生流动模式A的头中,即使在所使用的墨水的喷射速度因墨水从喷射开口蒸发导致墨水变粘稠而易于减小的情况下也能够抑制墨水液滴的喷射速度的减小。

[0203] 如前所述,在正常环境中,与通道形状相关联的P、W和H之间的关系等对于喷射开口内部的墨水17是对应于流动模式A还是对应于流动模式B具有决定性影响。除了这些条件以外,在与P、W和H相比时,例如墨水17的速度、墨水粘度、以及喷射开口13沿着垂直于墨水17的流动方向的方向的宽度(喷射开口的沿着与W正交的方向的长度)具有的影响极小。因此,可以基于液体喷射头(喷墨打印设备)的所需规格或者使用环境的条件而适当地设定墨水流动速度或者墨水粘度。例如,通道24中的墨水17的流动速度可以设定为0.1mm/s至100mm/s,油墨在喷射温度下的能够适用的墨水粘度可以是不大于30cP。另外,当从喷射开口蒸发的量因使用时的环境变化等而增大时,可以通过适当增加墨水17的流量而获得流动模式A。在处于流动模式B的液体喷射头中,即使在增加流量时也无法获得流动模式A。换言之,对于是获得流动模式A还是流动模式B具有决定性影响的是如上所述与液体喷射头的形状相关联的H、P和W之间的关系,而不是墨水的流动速度或者墨水粘度这样的条件。另外,在对应于流动模式A的各种液体喷射头中,特别地,H为不大于20 μ m、P为不大于20 μ m且W为不大于30 μ m的液体喷射头能够执行高分辨率打印并且因此是优选的。

[0204] 如前文所述,产生流动模式A的液体喷射头允许喷射开口部分13b内部的墨水尤其是墨水边界周围的墨水因抵达墨水边界13a周围的部分的墨水17具有正速度分量而流出至通道24。因此,抑制墨水滞留在喷射开口部分13b中。以这种方式,相对于墨水从喷射开口蒸发,可以减少喷射开口部分内部的墨水的色材浓度等的增加。另外,在本实施例中,执行墨水喷射操作,同时通道24内部的墨水如上所述地流动。因此,在喷射墨水的同时,使得从通道24(压力室23)进入喷射开口部分13b内部的墨水17抵达墨水边界并且随后返回到墨水通道中。结果,即使在打印操作的暂停状态中,也始终可以减少喷射开口部分13b内部的色材浓度的增加。由此,可以在打印操作暂停之后顺利地执行第一次喷射的喷射,并且可以减少颜色不均匀等问题的出现。然而,本发明能够应用于在执行墨水喷射操作的同时墨水通道24中的墨水停止流动的液体喷射头。可以通过在打印操作暂停之后在墨水通道内部产生循环流动来减轻喷射开口部分13b内部的墨水变粘稠,并且可以在循环流动停止之后喷射墨水。

[0205] (第三实施例)

[0206] 图30是图解了根据本发明的第三实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水17

动情况的示图。相同的附图标记将赋予与上述实施例中相同的部分并且将省略其描述。如图30所示,在本实施例中,通道24的在喷射开口13(喷射开口部分13b)附近的高度小于通道24的另外部分的高度。具体地,通道24的沿着通道内部的液体流动方向在介于通道24和喷射开口部分13b之间的连通部分的上游侧处的高度H小于通道24的在介于通道24和液体供应路径18之间的连通部分中的高度(参见图22A至图22C)。也是在本实施例中,设定H、P和W的尺寸以使得满足公式(1),从而允许墨水17的至少一部分沿着从压力室23到墨水边界13a的方向抵达对应于喷射开口部分13b的一半或者更多的位置处,并且随后返回到通道24中。此外,也是在本实施例的构造中,设定H、P和W中的每一者的尺寸以使得满足产生流动模式A的公式(2)。

[0207] 在本实施例中,当从介于通道24和液体供应路径18之间的连通部分到喷射开口部分附近的部分的通道的高度、以及从喷射开口部分附近的的部分到液体收集路径19的通道的高度被设定为相对较高时,所述部分的通道阻力可以设定为较低。另外,当喷射开口部分13b周围的通道高度H设定为相对较小时,可以获得第一实施例中描述的流动模式A的液体喷射头。通常,当通道24的高度设定为整体较低以用于满足公式(2)时,从液体供应路径18或液体收集路径19到喷射开口13的通道阻力增大,并且在某些情况下因喷射而不充足的墨水的再填充速度(再充填速度)减小。因此,作为本实施例的构造,将喷射开口13附近的通道高度设定为小于其它部分的通道高度以允许在满足公式(1)和(2)的同时确保必要的再填充速度。因此,既能实现抑制喷射开口处的墨水粘度增加,也能实现高速打印(提高生产率)。

[0208] (第四实施例)

[0209] 图31是图解了根据本发明的第四实施例在液体喷射头内部中流动的墨水的墨水流动情况的示图。在图31中,凹部13c形成在孔板12的表面的喷射开口13周围。换言之,喷射开口13形成在凹部13c中(凹部13c的底部表面),所述凹部13c形成在孔板上。在正常状态和存在循环流动的稳态中,墨水的弯月面(墨水边界13a)形成在介于喷射开口13和凹部13c的底部表面之间的边界表面上。也是在本实施例中,设定H、P和W的尺寸以使得满足公式(1),从而允许墨水17的至少一部分沿着从压力室23到墨水边界13a的方向抵达对应于喷射开口部分13b的一半或者更多的位置处,并且随后返回到通道24中。此外,也是在本实施例的构造中,设定H、P和W的尺寸以使得满足公式(2),从而产生流动模式A。在本实施例中,公式(1)和(2)中的P对应于喷射开口部分的长度,即如图31所示的从形成有墨水弯月面的部分到通道24的长度。也就是说,孔板12的在与喷射开口13相接触的部位周围的厚度比在另外的部位更薄。具体地,孔板12的在喷射开口13周围的厚度比孔板的在介于通道24和液体供应路径18之间的连通部分中的厚度更薄(参见图22A至图22C)。

[0210] 在本实施例中,孔板的在喷射开口部分13b周围的厚度P可以设定为较小,而孔板12的厚度就整个头而言在一定程度上保持较厚。通常,当喷射开口部分的长度P设定为较短以用于满足公式(1)和(2)时,整个孔板的厚度变薄,并且孔板的强度降低。然而,根据本实施例的构造,除了第一实施例和第二实施例的效果之外,还能够确保孔板12的整体强度。

[0211] (第五实施例)

[0212] 图32是图解了根据本发明的第五实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示图。如图32所示,通道24的在连接到喷射开口13的部分周围的高度小于另外的

部位。另外,凹部13c形成在孔板12表面上的喷射开口13周围。作为具体构造,通道24的沿着通道内部的液体流动方向在介于通道24和喷射开口部分13b之间的连通部分的上游侧处的高度H低于通道24的在介于通道24和液体供应路径18之间的连通部分附近的高度(参见图22A至图22C)。而且在本实施例的构造中,与第四实施例类似地,在正常状态和存在循环流动的稳态中,墨水的弯月面(墨水边界13a)形成在介于喷射开口13和凹部13c的底部表面之间的边界表面上。

[0213] 本实施例可以将喷射开口周围的通道高度H设定为较低,同时从液体供应路径18或液体收集路径19到喷射开口13的通道阻力能够保持较低。此外,本实施例可以将喷射开口部分13b的长度P设定为较短。通常,当通道24的在连接到喷射开口13的部分周围的高度被设定为低于另外的部位时,孔板12的在喷射开口13周围的厚度相应地变厚,并且喷射开口13的长度P变长。另一方面,根据本实施例的构造,除了第一实施例和第二实施例的效果之外,还能够确保必要的再填充速度。

[0214] (第六实施例)

[0215] 图33是图解了根据本发明的第六实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示图。如图33所示,本实施例的液体喷射头在介于通道24和喷射开口部分13b之间的连通部分中具有阶梯部。在本实施例中,从喷射开口13到形成有阶梯部的部分的这一部分对应于喷射开口部分13b,并且喷射开口部分13b通过其直径大于喷射开口部分13b的直径的部分(通道的一部分)连接到通道24。因此,如图所示地限定本实施例中的P、W和H。而且在液体喷射头中,设定H、P和W的尺寸以使得满足公式(1),从而允许墨水流的至少一部分沿着从压力室23至墨水边界13a的方向抵达对应于喷射开口部分13b的一半或者更多的位置处,并且随后返回到通道24中。此外,设置H、P和W的尺寸以使得满足公式(2),从而产生流动模式A。

[0216] 以这种方式,当从通道朝向喷射开口的部分具有多阶梯式结构时,沿着从能量产生元件15朝向喷射开口13的方向的流动阻力可以设定为相对较小。以这种方式,本实施例的构造允许提高喷射效率,并且因此除了第一实施例和第二实施例的效果之外,本实施例的构造例如在喷射不大于 $5p1$ 的小液滴时是优选的。

[0217] (第七实施例)

[0218] 图34是图解了根据本发明的第七实施例在液体喷射头内部流动的墨水的墨水流动情况的示图。如图34所示,允许喷射开口13和通道24之间连通的喷射开口部分13b具有截头圆锥体的形状。具体地,喷射开口部分13b在通道侧的开口尺寸大于喷射开口部分13b在喷射开口13侧的开口尺寸并且侧壁具有渐缩的形状。根据该构造,沿着从能量产生元件15朝向喷射开口13的方向的流动阻力能够设定为相对较小并且因此能够提高喷射效率。而且在本实施例中,设定H、P和W的尺寸以使得满足公式(1),从而允许墨水流的至少一部分沿着从压力室23到墨水边界13a的方向抵达对应于喷射开口部分13b的一半或者更多的位置处并且随后返回到通道24中。此外,也是在本实施例中,设定H、P和W的大小以使得满足公式(2)从而产生流动模式A。在本实施例中,关于公式(1)和(2)中的W,如图34所示,在喷射开口部分13b和通道24之间的连通部分的长度被定义为W。除了第一实施例的效果之外,例如,本实施例的构造在喷射不大于 $5p1$ 的小液滴时是优选构造。

[0219] (第八实施例)

[0220] 图35A和图35B是图了解液体喷射头尤其是根据本发明的第八实施例的喷射开口的形状的两个示例的示意图,并且示出了沿着从喷射开口13喷射液体的方向观察的液体喷射头的平面图(示意图)。本实施例的喷射开口13具有突出部13d形成在彼此相对的位置处且每一个突出部都朝向喷射开口的中心伸出的形状。突出部13d从喷射开口13的外表面连续地一直延伸到喷射开口部分13b的内部。而且在具有突出部的形状中,设定H、P和W的尺寸以使得满足公式(1),从而允许墨水流的至少一部分沿着从压力室23到墨水边界13a的方向抵达对应于喷射开口部分13b的一半或者更多的位置处,并且随后返回到通道24中。此外,设定H、P和W的尺寸以使得满足公式(2),从而产生流动模式A。

[0221] 在图35A所示的示例的喷射开口中,形成了沿着与通道24内部的液体流交叉的方向突出的突出部13d。在35B所示的示例的喷射开口中,形成沿着墨水流动方向突出的突出部。当在喷射开口13中形成突出部时,与在喷射开口内部的另外的部分中的弯月面相比,能够更容易地保持在突出部13d之间形成的弯月面,并且可以在更早的时间切断从喷射开口伸出的液滴的尾部。以这种方式,能够抑制与伴随主液滴的小液滴相对应的雾的出现。

[0222] 图44A至图45B是图了解了在图35B中示出的液体喷射头的更加具体构造的示意图。在图44A、44B的构造中,本实施例的相应部分的具体尺寸为 $H=16\mu\text{m}$ 、 $P=6\mu\text{m}$ 、 $W=22\mu\text{m}$ 且判定值 $J=2.6$;在图45A、45B的构造中, $H=5\mu\text{m}$ 、 $P=5\mu\text{m}$ 、 $W=20\mu\text{m}$ 且判定值 $J=4.3$ 。

[0223] (第九实施例)

[0224] 图36A至图38是图了解了根据本发明的第九实施例的液体喷射头的示意图。本实施例改进了第二至第八实施例但并不限制上述实施例。将参照图36A和36B以及图37A和37B描述墨水等从形成在喷射开口13中的墨水边界13a蒸发的蒸发量与墨水流的流量之间的关系。当从墨水边界13a蒸发的蒸发量相对较大并且墨水流的流率相对于根据环境条件等的蒸发量而言较小时,如图36A所示在喷射开口部分13b内部的墨水流动中朝向墨水边界13a的流动占主要地位。在下文中,这样的状态将被称作状态D:如上文所述在喷射开口部分13b中的墨水流动中,朝向墨水边界13a的流动占主要地位。在状态D的情况下,如图37A所示,喷射开口部分内部的色材浓度因蒸发而变得相对较高。相反地,当墨水流的流量即使在蒸发量较大的情况下相对于蒸发量也很充足时,如图36B所示,在喷射开口部分13b内部的墨水流动中,与朝向墨水边界13a的流动相比,墨水流的流量占主要地位。在下文中,这样的状态将被称作状态C:如上文所述在喷射开口部分13b内部的墨水流动中,与朝向墨水边界13a的流动相比,墨水流的流量占主要地位。以这种方式,如图37B所示,喷射开口部分内部的彩色材料浓度变得相对较低。换言之,在满足在第一实施例和第二实施例中描述的公式(1)和(2)的液体喷射头中,能够存在状态C。更加具体地,在使用所述液体喷射头时,即使在从墨水边界13a蒸发的蒸发量因环境条件等增加的情况下,也能够通过充分地增加墨水流的流量而获得状态C。由此,能够进一步抑制因墨水从喷射开口蒸发而改变色材浓度的墨水滞留在喷射开口部分13b中。

[0225] 将描述作为比较例的不满足公式(2)的液体喷射头的情况。在该比较例中,即使在增加墨水流的流量时也无法获得流动模式A。换言之,需要满足公式(2)才能获得流动模式A。

[0226] 在此,即使在满足公式(2)的液体喷射头的情况下,压力损失也会随着墨水流的量的增加而增大。为此,需要增大共用供应路径211和共用收集通道(参见图2和图3)之间的

压差。另外,液体喷射头内部一直到每个喷射开口的压差增大,并且难以使喷射特性均一化。因此,从这些角度看,理想的是将墨水17的流量设定为尽可能小。

[0227] 就这方面而言,将在下文描述用于在产生流动模式A的液体喷射头中获得状态C的墨水17的流速条件的示例。

[0228] 本实施例在下文设定的条件用以阻止色材浓度因蒸发而改变的墨水滞留在液体喷射头中的喷射开口部分13b内部,在所述液体喷射头中,H介于 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 之间,P介于 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 之间,且W介于 $17\mu\text{m}$ 至 $25\mu\text{m}$ 之间。换言之,墨水17的平均流速 V_{17} 以及从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速 V_{12} 之间的关系设定为下文的公式(5)。

[0229] $V_{17} \geq 27 \times V_{12}$ 公式(5)

[0230] 根据发明人的验证等而了解到:满足公式(5)的液体喷射头对应于流动模式A。因为H介于 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 之间、P介于 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 之间且W大于或等于 $17\mu\text{m}$ 的液体喷射头满足公式(2),所以能够通过相对于蒸发量使足量的墨水循环来获得状态C。上述公式(5)是指示获得状态C所必需的循环流速的公式。将参照图38描述公式(5)。

[0231] 图38是图解了在获得状态C的蒸发速率和循环流速之间的关系以及在获得状态D的蒸发速率和循环流速之间的关系的关系的示图。图38的横轴表示蒸发速率 V_{12} ,图38的纵轴表示因循环导致的墨水流的流速 V_{17} 。针对对应于四种形状的相应喷射头1至4给出了用于每一种流动模式的数据。在液体喷射头1中,H为 $6\mu\text{m}$ 、P为 $6\mu\text{m}$ 、W为 $17\mu\text{m}$ 且判定值J为2.83。在液体喷射头2中,H为 $6\mu\text{m}$ 、P为 $6\mu\text{m}$ 、W为 $21\mu\text{m}$ 且判定值J为3.5。在液体喷射头3中,H为 $5\mu\text{m}$ 、P为 $3\mu\text{m}$ 、W为 $21\mu\text{m}$ 且判定值J为5.88。在液体喷射头4中,H为 $5\mu\text{m}$ 、P为 $3\mu\text{m}$ 、W为 $25\mu\text{m}$ 且判定值J为7.0。

[0232] 根据图38能够理解的是,在一个液体喷射头中获得状态C而非状态D所必需的循环流速 V_{17} 与蒸发流速 V_{12} 成比例。另外,能够理解的是,获得状态C所必需的循环流速随着判定值J的减小而增大。此外,在使用H介于 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 之间、P介于 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 之间且W介于 17 至 $25\mu\text{m}$ 之间的液体喷射头并且判定值J为对应于最小值的2.83(液体喷射头1)的情况下,当循环流速被设定为蒸发流速的不小于27倍时获得状态C。因此,在H介于 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 之间、P介于 $3\mu\text{m}$ 至 $6\mu\text{m}$ 之间且W大于或等于 $17\mu\text{m}$ 的液体喷射头中,当满足公式(5)时获得状态C,并且能够抑制色材浓度因蒸发而变化的墨水滞留在喷射开口部分13b中。换言之,能够减少因液体从喷射开口13蒸发而造成的图像的颜色不均匀的出现。例如,在发明人的实验中,从W为 $18\mu\text{m}$ 的圆形喷射开口蒸发的蒸发量约为 140pl/s ,并且平均蒸发流速约为 $1.35 \times 10^{-4}\text{m/s}$ 。因此,在此情况下,平均值为不小于 0.0036m/s 的循环流速是必需的。在此,蒸发量表示当喷射开口部分13b中的墨水的浓度没有变化时的蒸发量。

[0233] 类似地,在使用H为 $8\mu\text{m}$ 、P为 $8\mu\text{m}$ 且W为 $17\mu\text{m}$ 的液体喷射头并且判定值J为2.13的情况下,当墨水17的平均流速 V_{17} 被设定为从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速 V_{12} 的不小于50倍时,获得状态C。因此,在H为不大于 $8\mu\text{m}$ 、P为不大于 $8\mu\text{m}$ 且W为不小于 $17\mu\text{m}$ 的液体喷射头中,当墨水17的平均流速 V_{17} 被设定为从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速 V_{12} 的不小于50倍时,获得状态C。因此,能够抑制因蒸发而改变色材浓度的墨水滞留在喷射开口部分13b中。结果,能够减少因液体从喷射开口13蒸发而导致出现图像的颜色不均匀。与上述描述类似地,当从W为 $18\mu\text{m}$ 的圆形喷射开口蒸发的蒸发量约为 140pl/s 时,平均值为 0.0067m/s 的循环流速是必需的。

[0234] 类似地,在使用H为 $15\mu\text{m}$ 、P为 $7\mu\text{m}$ 且W为 $17\mu\text{m}$ 的液体喷射头并且判定值J为1.87的情

况下,当墨水流17的平均流速V17被设定为从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速V12的不小于50倍时,能够获得状态C。因此,在H为不大于 $15\mu\text{m}$ 、P为不大于 $7\mu\text{m}$ 且W为不小于 $17\mu\text{m}$ 的液体喷射头中,当墨水流17的平均流速V17被设定为从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速V12的不小于100倍时,能够获得状态C。与上述描述类似地,当从W为 $18\mu\text{m}$ 的圆形喷射开口蒸发的蒸发量约为 140pl/s 时,平均值为不小于 0.0135m/s 的循环流速是必需的。

[0235] 接下来,将描述不同的液体喷射头的构造。本液体喷射头是H为不大于 $14\mu\text{m}$ 、P为不大于 $12\mu\text{m}$ 且W为不小于 $17\mu\text{m}$,并且H、P和W满足公式(2)的液体喷射头。该液体喷射头满足下述的公式(6),以使得能够抑制因墨水从喷射开口蒸发而改变色材浓度的墨水滞留在喷射开口部分13b中。换言之,墨水流17的平均流速V17和从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速V12满足下文公式。

[0236] $V17 \geq 900 \times V12$ 公式(6)

[0237] 在H为 $12.3\mu\text{m}$ 、P为 $9\mu\text{m}$ 且W为 $17\mu\text{m}$ (判定值J为1.7)的液体喷射头中,通过将墨水流17的平均流速V17设定为从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速V12的900倍而获得状态C。类似地,在H为 $10\mu\text{m}$ 、P为 $10\mu\text{m}$ 且W为 $17\mu\text{m}$ (判定值J为1.7)的液体喷射头中,通过将墨水流17的平均流速V17设定为从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速V12的900倍而获得状态C。类似地,在H为 $8.3\mu\text{m}$ 、P为 $11\mu\text{m}$ 且W为 $17\mu\text{m}$ (判定值J为1.7)的液体喷射头中,通过将墨水流17的平均流速V17设定为从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速V12的900倍而获得状态C。类似地,在H为 $7\mu\text{m}$ 、P为 $12\mu\text{m}$ 且W为 $17\mu\text{m}$ (判定值J为1.7)的液体喷射头中,通过将墨水流17的平均流速V17设定为从墨水边界13a蒸发的平均蒸发流速V12的900倍而获得状态C。

[0238] 因此,H为不大于 $14\mu\text{m}$ 、P为不大于 $12\mu\text{m}$ 且W为不小于 $17\mu\text{m}$ 的液体喷射头(其中,H、P和W满足公式(2))通过满足公式(6)而获得状态C。

[0239] 关于上述的第九实施例,获得状态C的条件总结如下。

[0240] H为不大于 $14\mu\text{m}$ 、P为不大于 $12\mu\text{m}$ 且W为不小于 $17\mu\text{m}$ 和不大于 $30\mu\text{m}$ 。此外,通道中的液体的流速为从喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于900倍。

[0241] 可选地,H为不大于 $15\mu\text{m}$ 、P为不大于 $7\mu\text{m}$ 且W为不小于 $17\mu\text{m}$ 和不大于 $30\mu\text{m}$ 。此外,通道中的液体的流速为从喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于100倍。

[0242] 可选地,H为不大于 $8\mu\text{m}$ 、P为不大于 $8\mu\text{m}$ 且W为不小于 $17\mu\text{m}$ 和不大于 $30\mu\text{m}$ 。此外,通道中的液体的流速为从喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于50倍。

[0243] 可选地,H为不小于 $3\mu\text{m}$ 和不大于 $6\mu\text{m}$ 、P为不小于 $3\mu\text{m}$ 和不大于 $6\mu\text{m}$ 、并且W为不小于 $17\mu\text{m}$ 和不大于 $30\mu\text{m}$ 。此外,通道中的液体的流速为从喷射开口蒸发的蒸发速率的不小于27倍。

[0244] 在此,即使所有头形状的范围使用最难获得状态C的形状时,液体流速的上述调节也对应于获得状态C的范围。在所有头形状的范围使用另外的形状时,能够以更小的流速获得状态C。

[0245] (第十实施例)

[0246] 图39A至图42是用于描述根据本发明的第十实施例的液体喷射头的示图,并且本实施例涉及以下两种类型的特征和包括喷射开口的通道形状之间的关系。

[0247] 特征1) 墨水流动的流动模式

[0248] 特征2) 从喷射开口喷射的喷射液滴

[0249] 特别地,将在下文使用三种类型的喷射开口形状来描述与上述特征的关系,其中,作为示例,喷射量 V_d 是 $5p1$ 。

[0250] 通道形状A) $H=14\mu m$, $P=11\mu m$, $W=16\mu m$ ($J=1.34$)

[0251] 通道形状B) $H=09\mu m$, $P=11\mu m$, $W=18\mu m$ ($J=1.79$)

[0252] 通道形状C) $H=14\mu m$, $P=06\mu m$, $W=18\mu m$ ($J=2.30$)

[0253] 在此,

[0254] H:通道24的沿着通道24内部的液体流动方向在上游侧处的高度(参见图22A至图22C)

[0255] P:喷射开口部分13b的沿着从喷射开口13喷射液体的方向上的长度(参见图22A至图22C)

[0256] W:喷射开口部分13b的沿着通道24内部的液体流动方向的长度(参见图22A至图22C)

[0257] Z:喷射开口13的内切圆的有效长度。

[0258] 然而,因为喷射开口13为圆形(参见图22A至图22C),所以喷射开口13的内切圆的有效直径Z等于W。

[0259] 另外,因为在喷射量较大时易于产生多个主液滴和子液滴(在下文中也称作卫星液滴),并且这样的液滴会促使图像质量下降,所以在所述的示例中, V_d 为 $5p1$ 。

[0260] 图39A至图39C是图解了三种通道形状A至C的流动模式的示图。图40是图解了当改变喷射开口的直径以使得喷射量 V_d 对应于约 $5p1$ 时的判定值J的取值的等高线图。在图40中,横轴表示H,而纵轴表示P。

[0261] 通道形状A的判定值J为1.34,并且产生如图39A所示的流动模式B。通过将通道形状A的H与P相加获得的尺寸(在下文中也称作OH)为 $25\mu m$ 。然而,H或P需要设定成较小,并且OH需要减小,以增大判定值J。当OH等于 $20\mu m$ 时,仅将H设定成较小的通道形状B的判定值J为1.79,并且产生如图39B所示的流动模式A。另外,仅将P设定成较小的通道形状C的判定值J为2.30,并且类似地对应于如图39C所示的流动模式A。另外,在通道形状C中,当与通道形状B相比时,墨水流的流动易于进入到喷射开口内部,并且可以进一步抑制墨水滞留在喷射开口部分13b内部。因此,关于墨水流动的流动模式给出以下的形状。

[0262] 形状特征(1):对于相同的OH,P优选地设定为较小(参见图40)。

[0263] 形状特征(2):OH优选地减小(参见图40)。

[0264] 与此同时,图41A至图41C是图解了观察相应的三种类型的通道形状A至C的喷射液滴的观察结果的示图。图42是图解了通过计算在喷射开口的直径变化以使得喷射量 V_d 对应于约 $5p1$ 的情况下气泡与大气连通所用的时间(在下文中也称作 T_{th})而获得的值的等高线图。在图42中,横轴表示H,而纵轴表示P。

[0265] 图41A和图41C图解了产生两种类型的喷射液滴(分别对应于主液滴和卫星液滴)的情况。同时,图41B图解了产生主液滴和多个卫星液滴的情况。在通道形状A中, T_{th} 等于 $5.8\mu s$ 。在通道形状C中, T_{th} 等于 $4.5\mu s$ 。另一方面,在通道形状B中, T_{th} 等于 $3.8\mu s$ 并且 T_{th} 变小(参见图42)。通常,当喷射量 v_d 如本实施例中那样较大时,并且当 T_{th} 因易于产生长形尾部(拖尾)而较小时,产生多个卫星液滴,并且当 T_{th} 较小时产生由不稳定的尾部导致的多个节段,也就便于与大气连通。结果,长形尾部的数量可能无法减小为一个,并且如图41B所示

产生多个卫星液滴。因此,可以针对卫星液滴施加以下的约束。

[0266] 形状特征(3):对于相同的OH,P优选地设定为较小(参见图42)

[0267] 形状特征(4):OH优选地增大(参见图42)

[0268] 因此,为了增大抑制墨水滞留在喷射开口部分13b内部所必需的判定值J,

[0269] 形状特征A)减小OH,并且

[0270] 形状特征B)对于相同的OH,将P设定为较小。

[0271] 另外,为了增大抑制主液滴和卫星液滴所必需的判定值Tth,

[0272] 形状特征C)增大OH,并且

[0273] 形状特征D)对于相同的OH,将P设定为小于H。因为形状特征A)和形状特征C)表现为矛盾的特征,所以理想的是满足以下的条件以作为折衷方案。

[0274] 流动模式的判定值 $J > 1.7$,并且与大气连通所用时间的判定值Tth优选地 $> 4.0 \mu s$ 。

[0275] 因此,优选地采用图42中示出的范围。在此,在图42所示的示图中,当判定值Tth满足上述条件时,判定值Tth近似为:

[0276] $Tth = 0.350 \times H + 0.227 \times P - 0.100 \times Z$

[0277] 上述公式表示当H或P减小或者Z增大时,Tth减小并且易于产生多个卫星液滴。特别地,H的敏感性约为P的敏感性的1.5倍。因此,对于相同的OH,在P设定为较小时,可以抑制Tth减小,并且可以抑制产生卫星液滴。因此,可以由以下公式表示上述条件。

[0278] $0.350 \times H + 0.227 \times P - 0.100 \times Z > 4$ 公式(7)

[0279] 当采用落入上述范围内的喷射开口的形状特征时,能够在喷射量Vd为5ng时抑制产生卫星液滴并且保证循环效果(抑制墨水滞留在喷射开口部分13b中)。

[0280] 根据上述实施例,能够抑制喷射开口附近的液体的性质发生变化,并且因此能够例如抑制墨水粘度因液体通过喷射开口蒸发而增加并且降低图像中的颜色不均匀性。具体地,当满足第二实施例中描述的公式(2)时,能够获得流动模式A,并且能够抑制墨水滞留在喷射开口部分13b内部。以这种方式,能够减小色材浓度的增加。可以根据按照本实施例所述方法使用的液体喷射头所处的条件、环境等适当地设定流经通道24的墨水的流速。

[0281] 尽管已经参照示例性实施例描述了本发明,但是应当理解本发明并不局限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应当赋予最宽泛的解读,以便涵盖所有的变型方案以及等同的结构和功能。

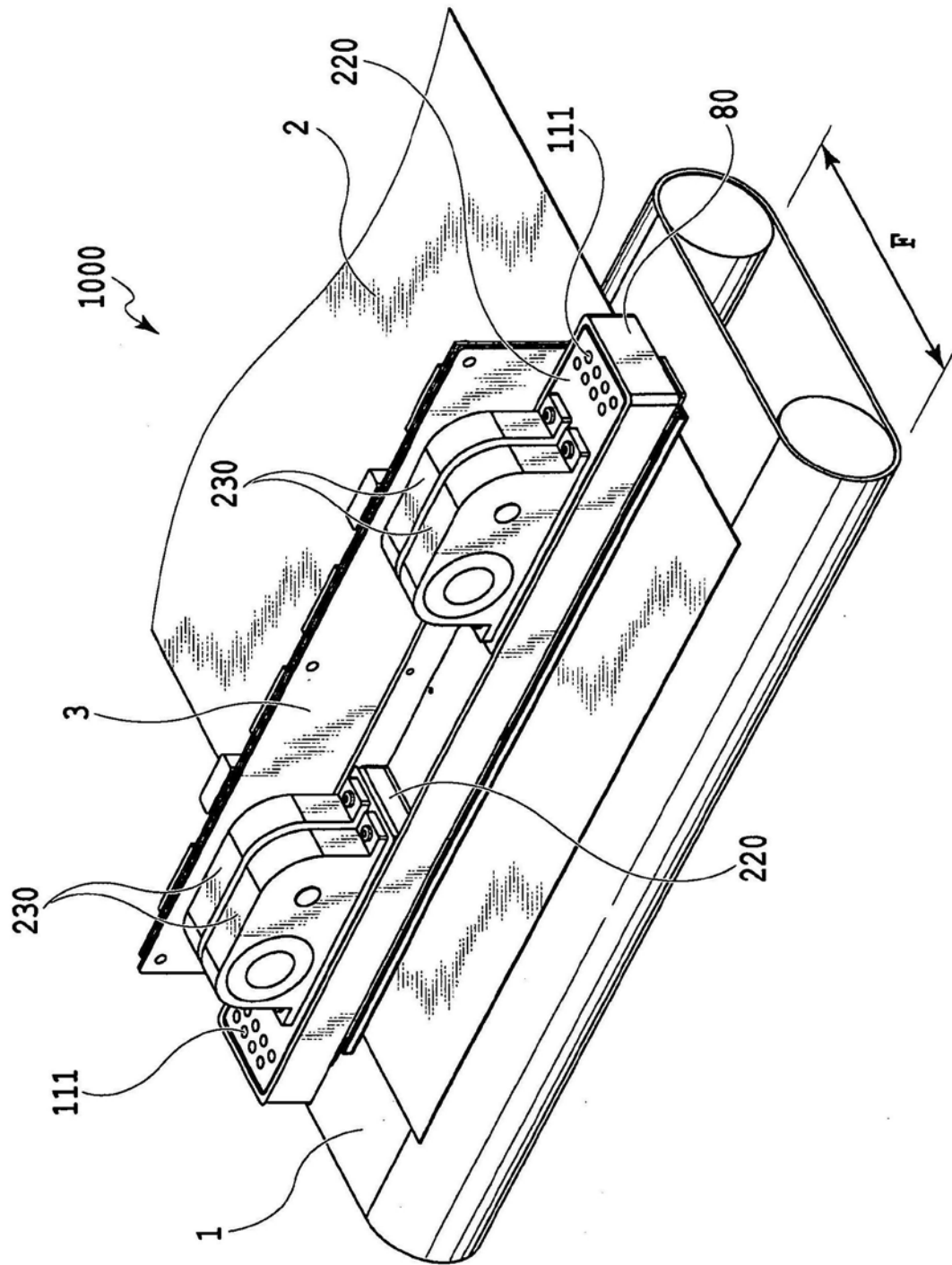


图1

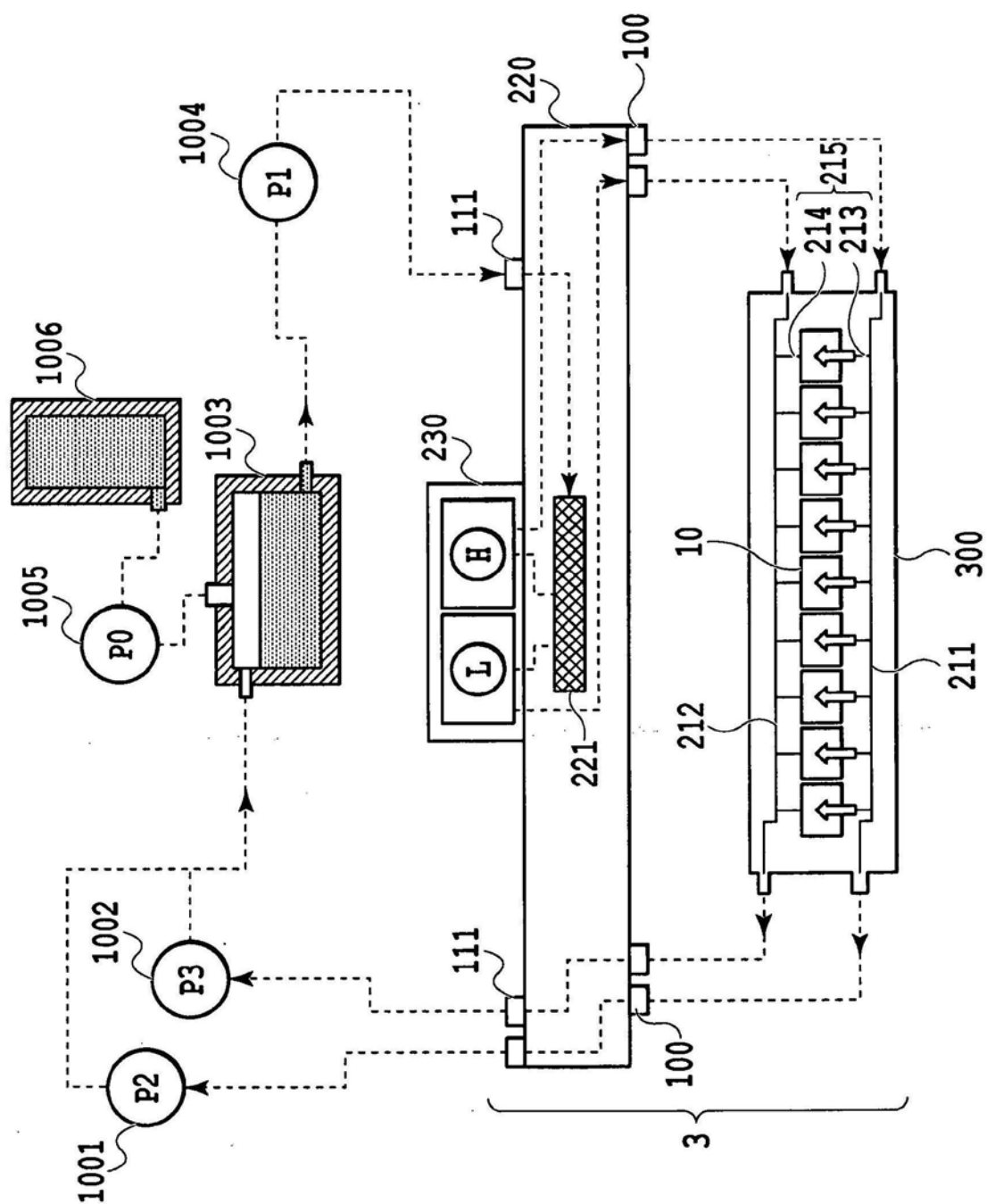


图2

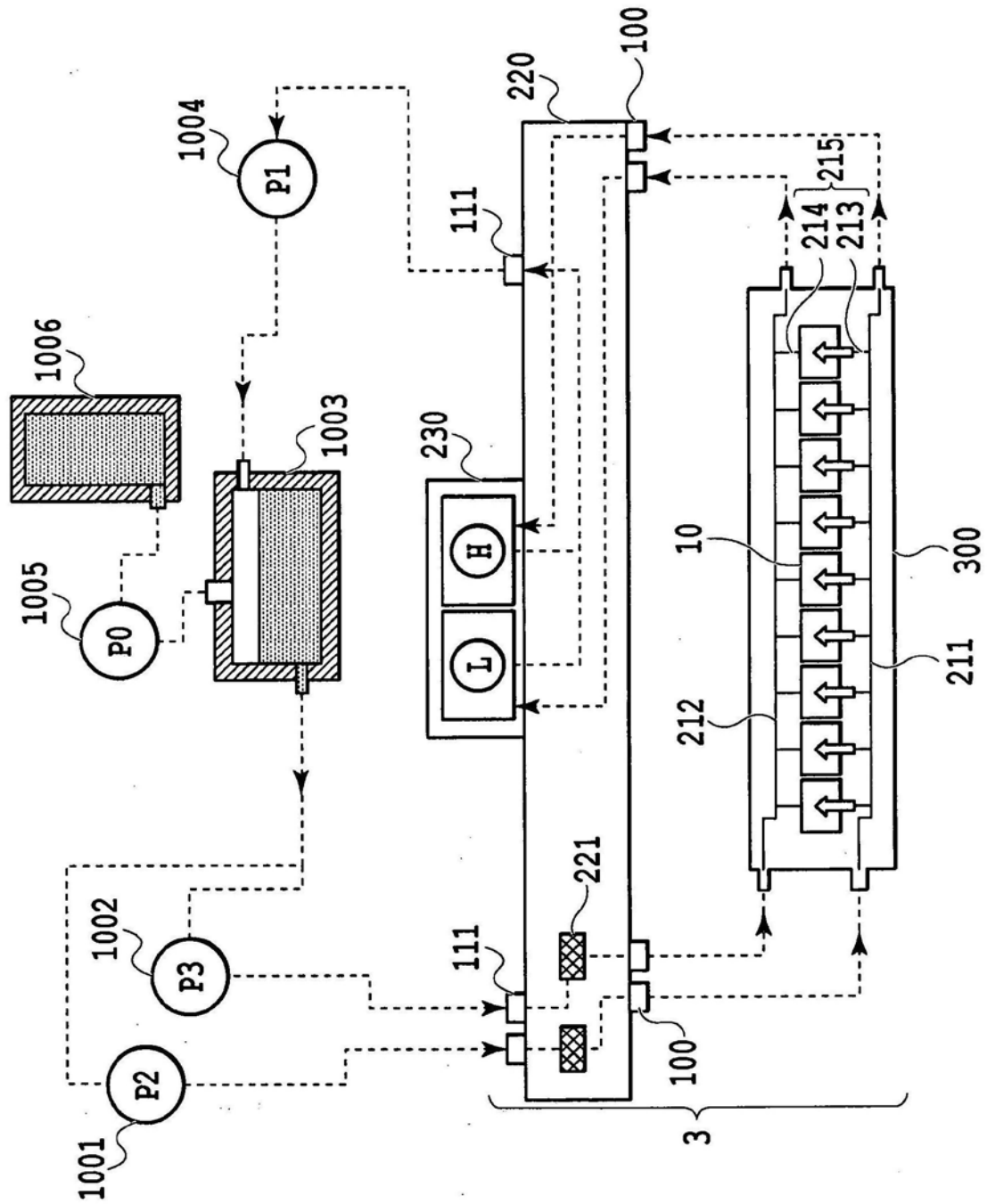


图3

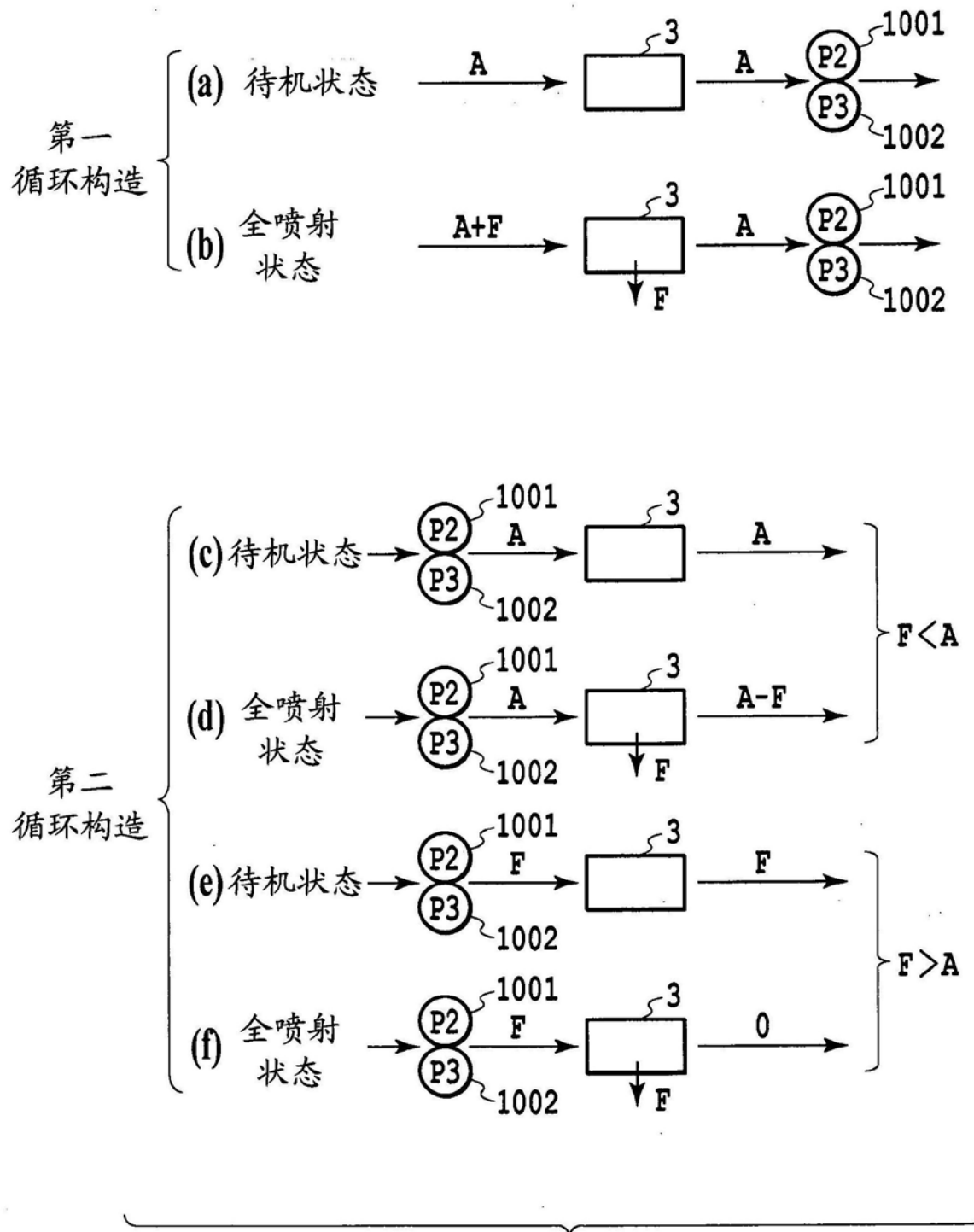


图 4

图4

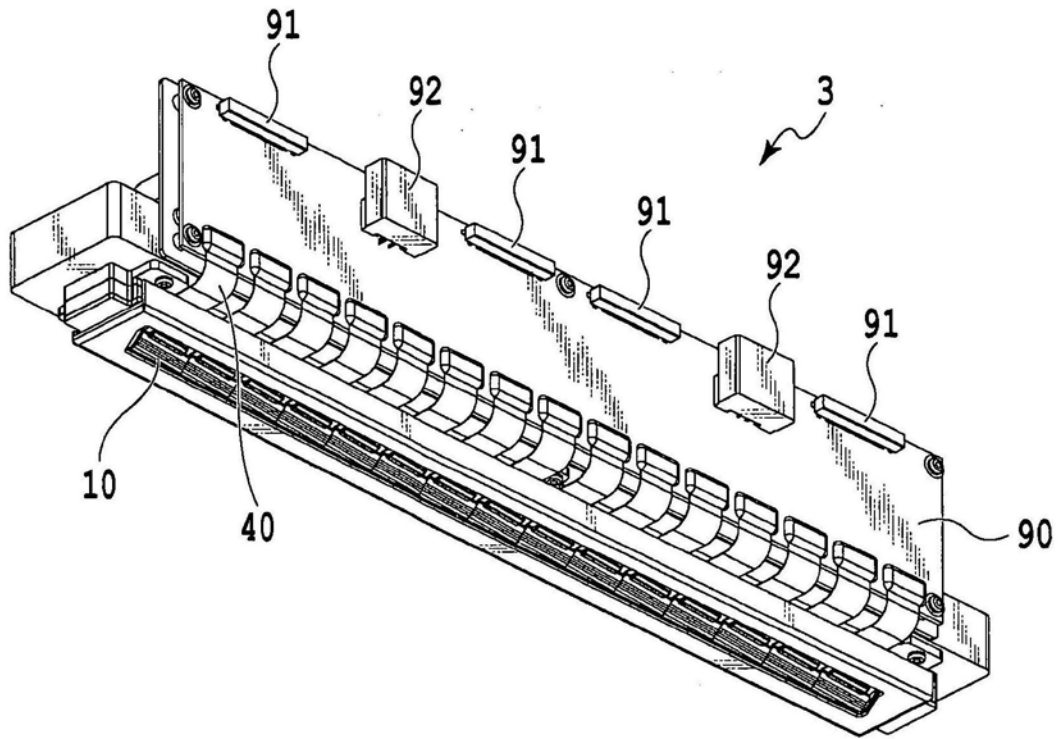


图5A

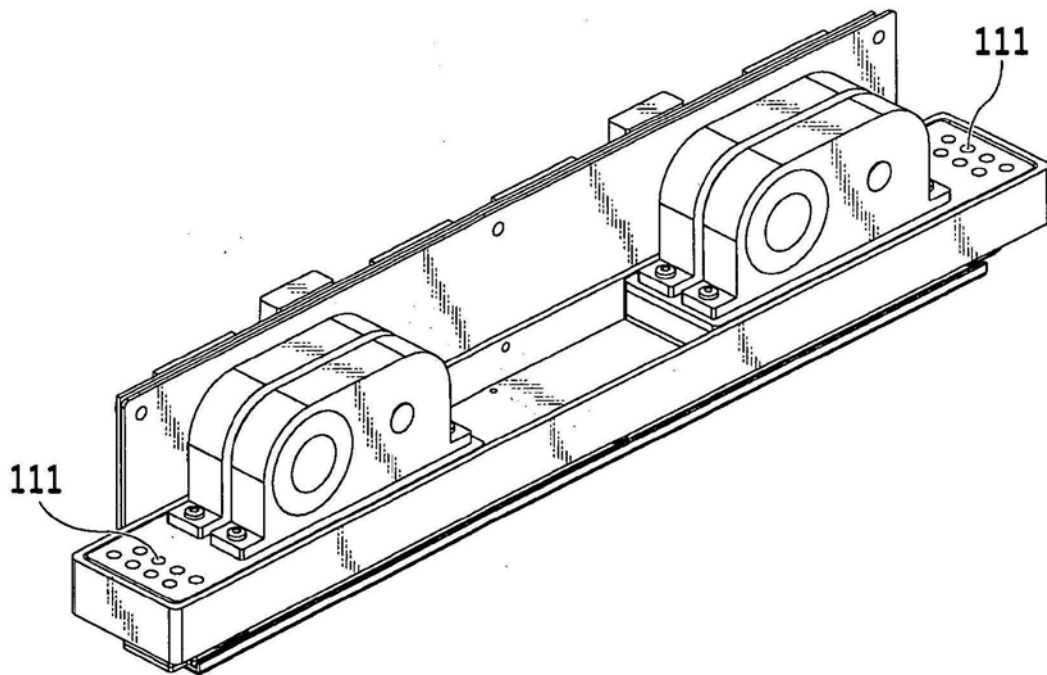


图5B

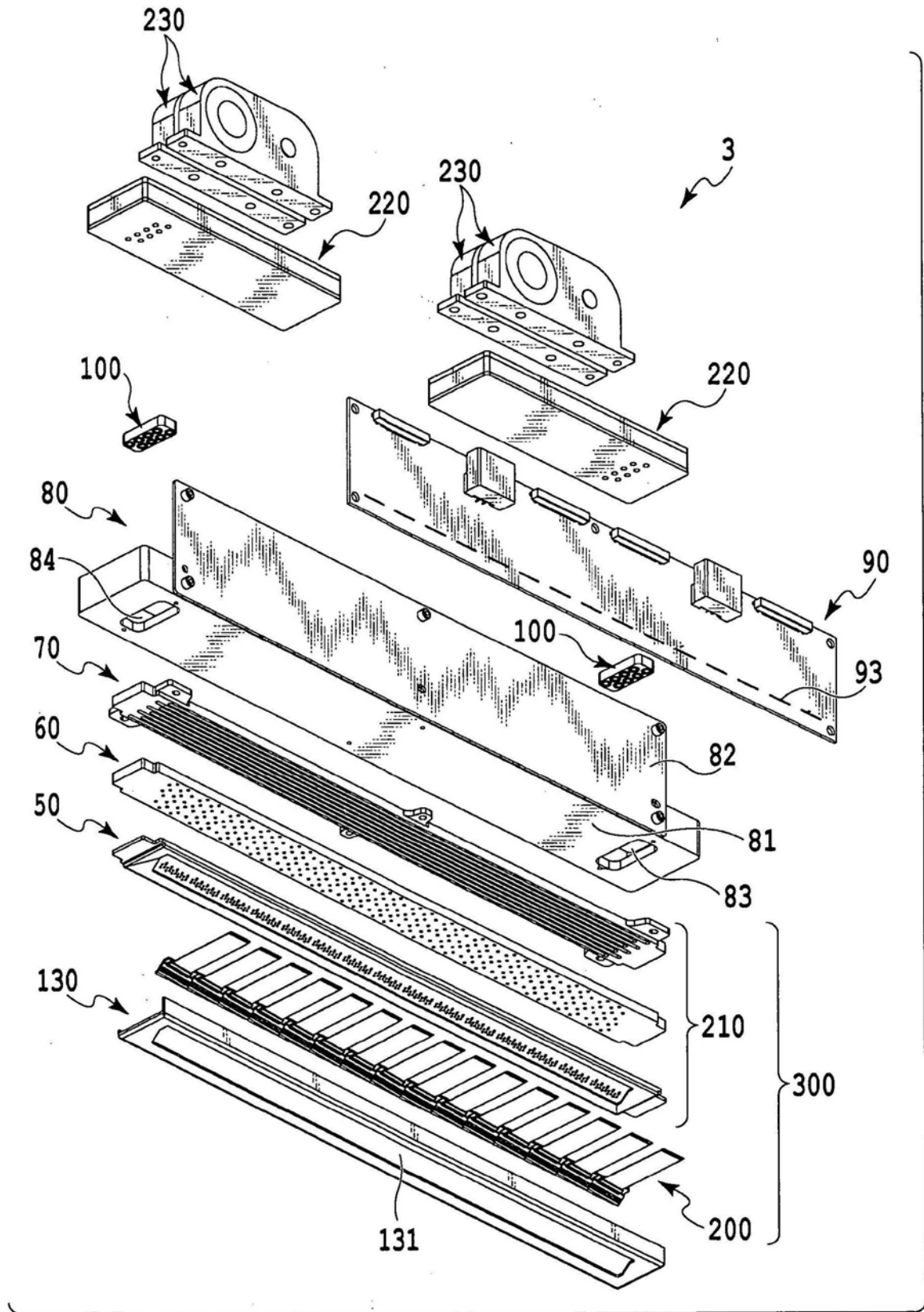


图6

图6

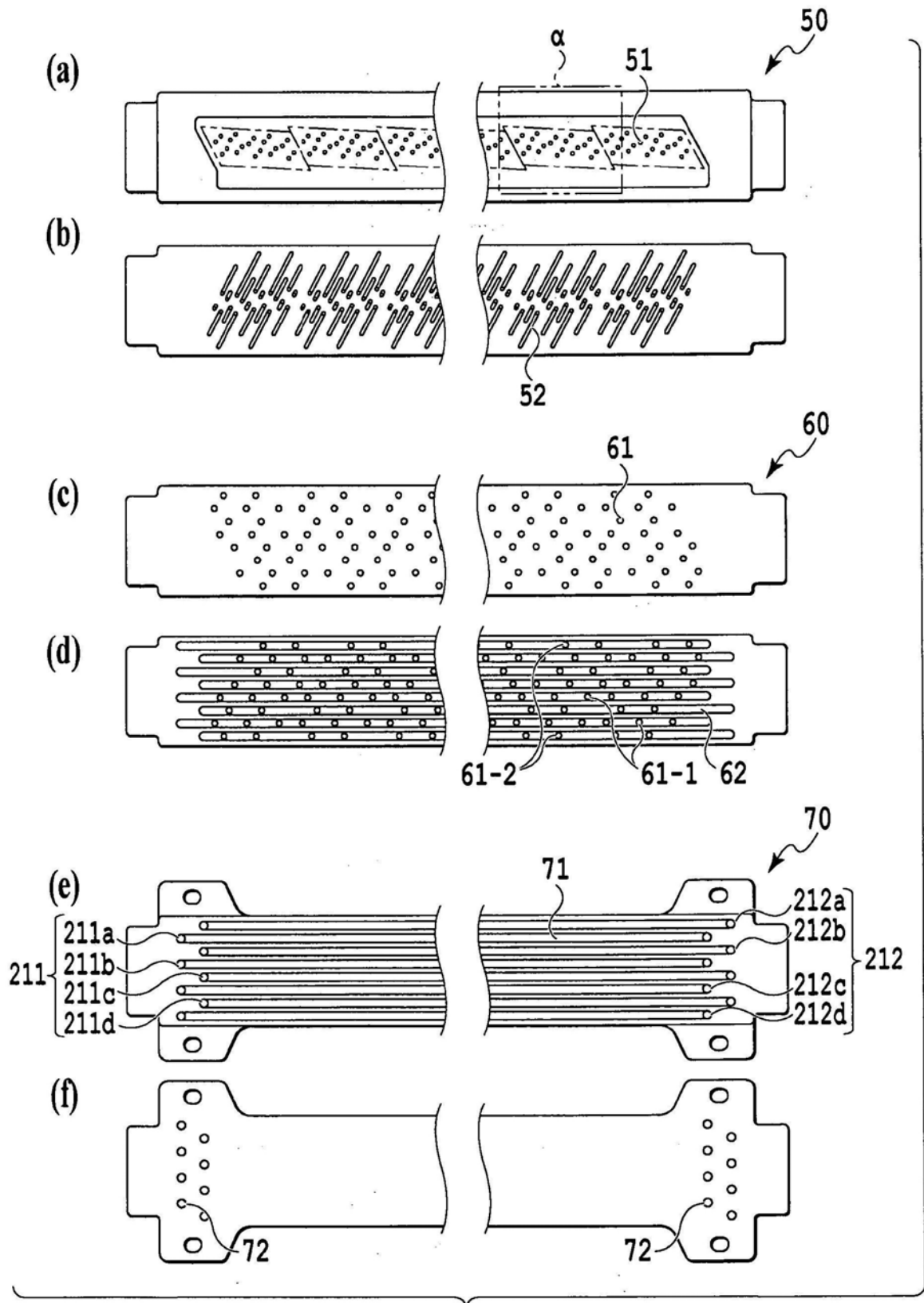


图 7

图7

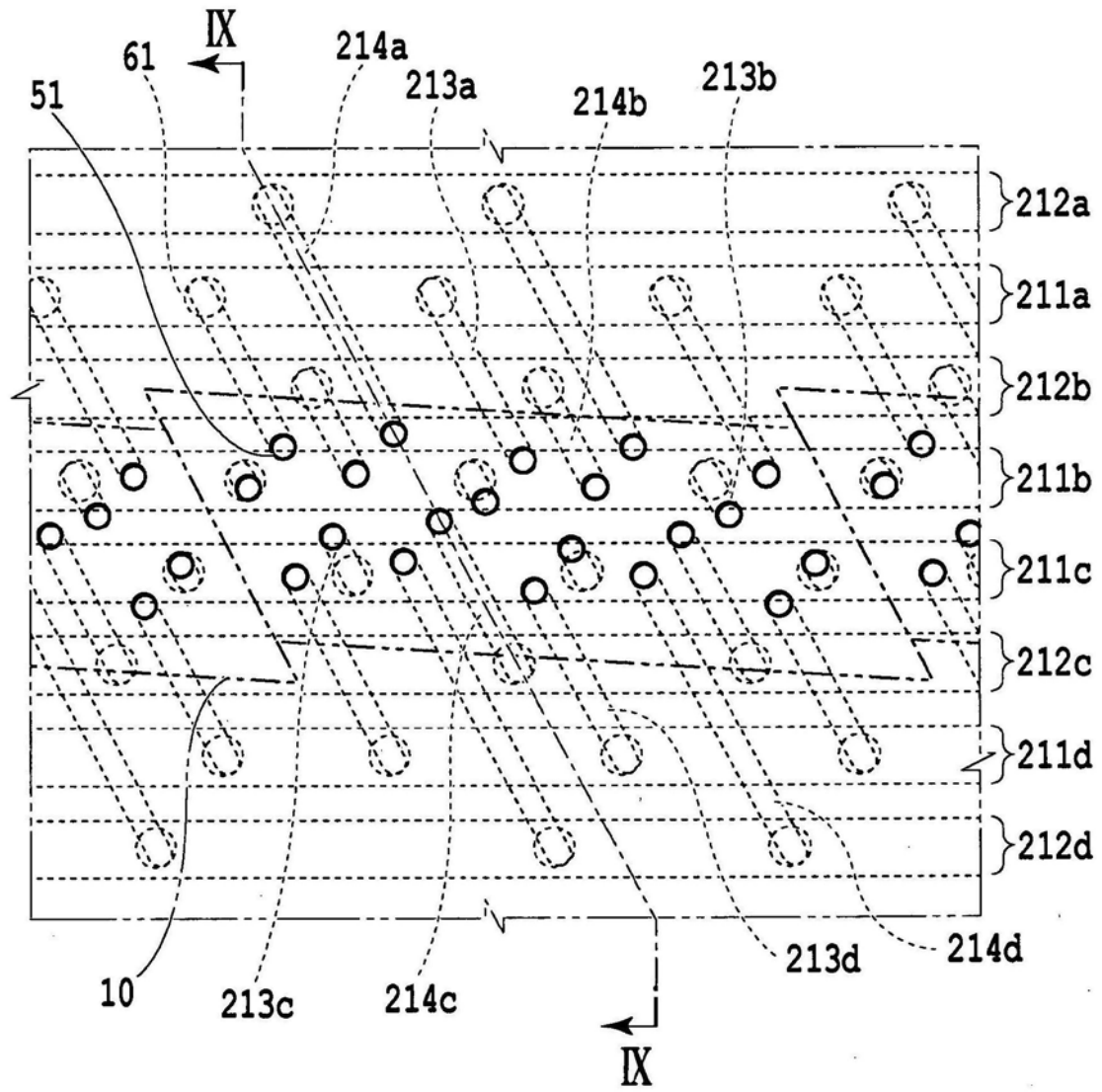


图8

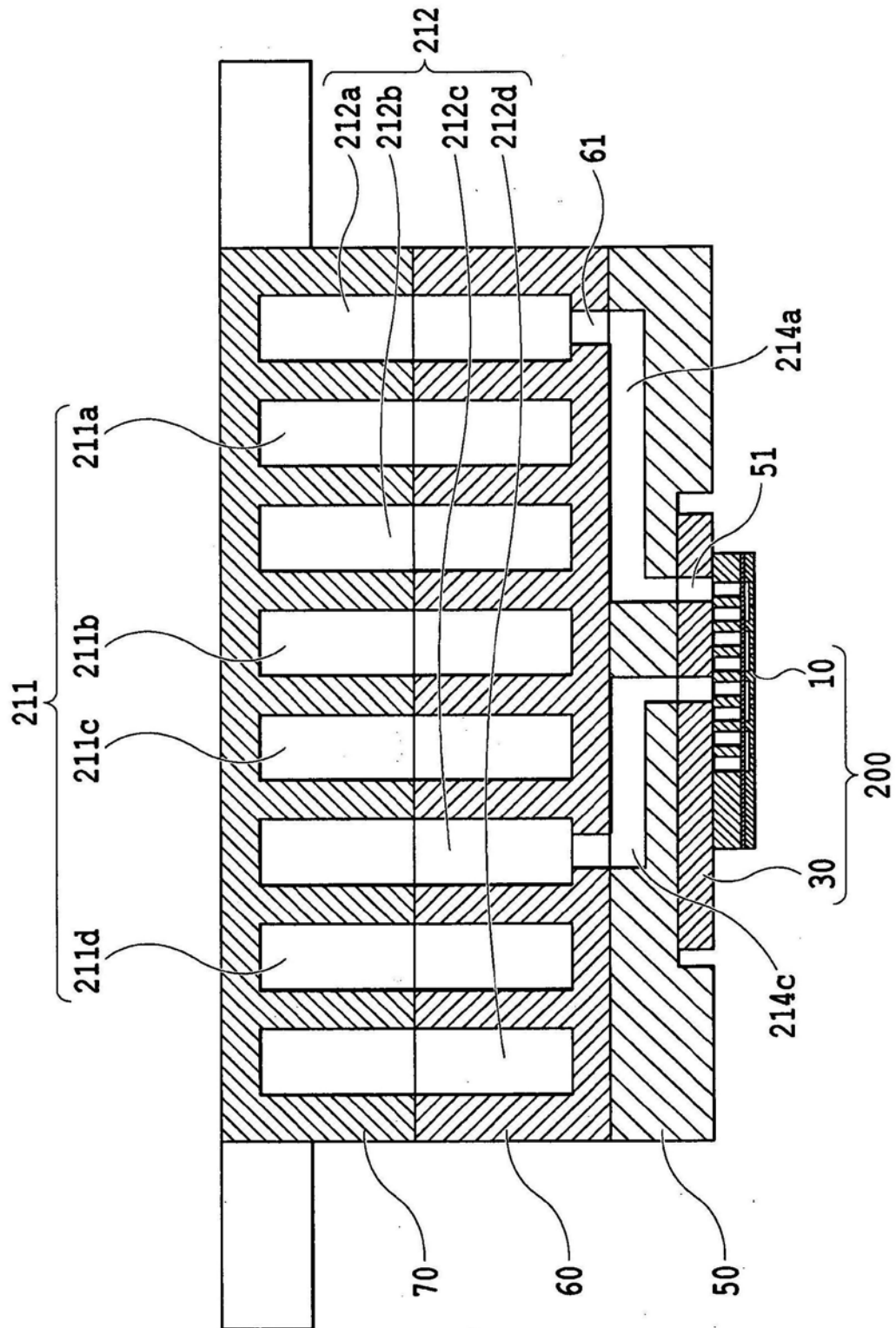


图9

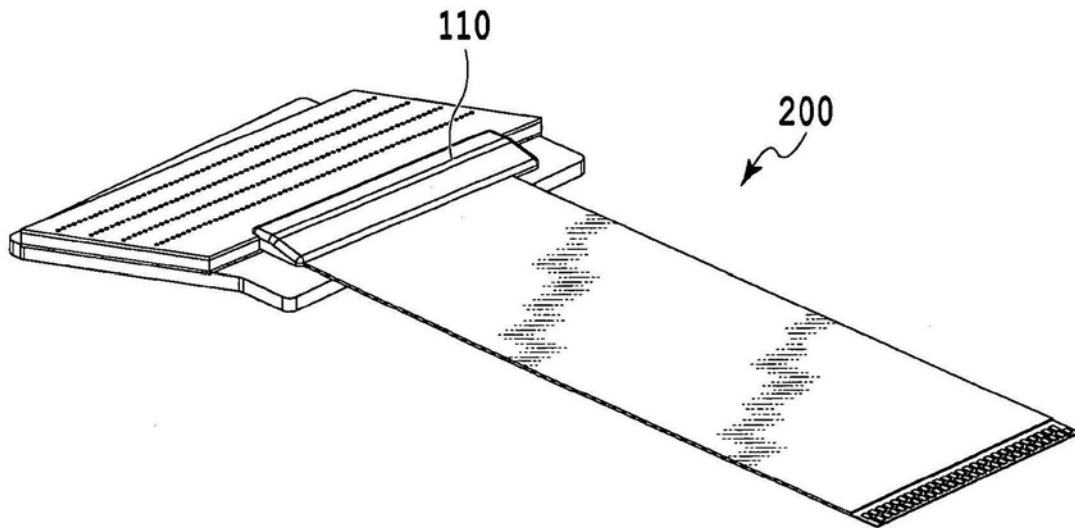


图10A

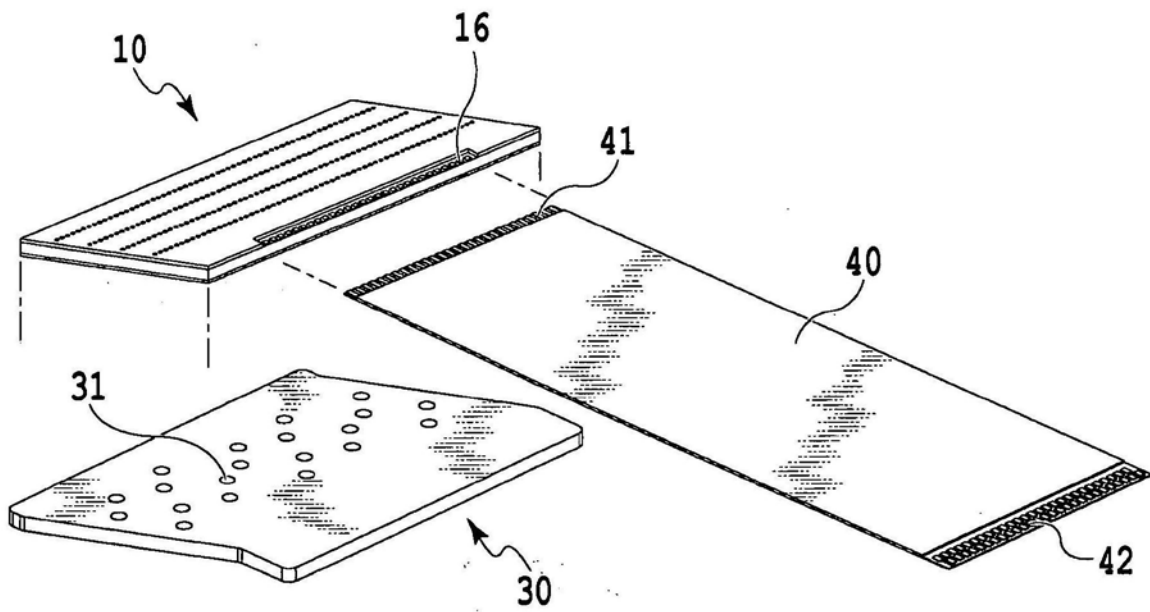


图10B

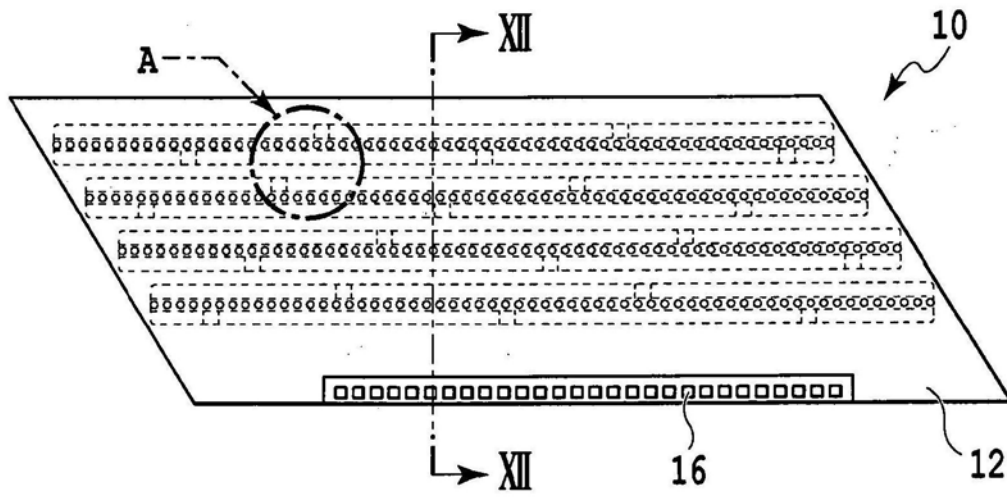


图11A

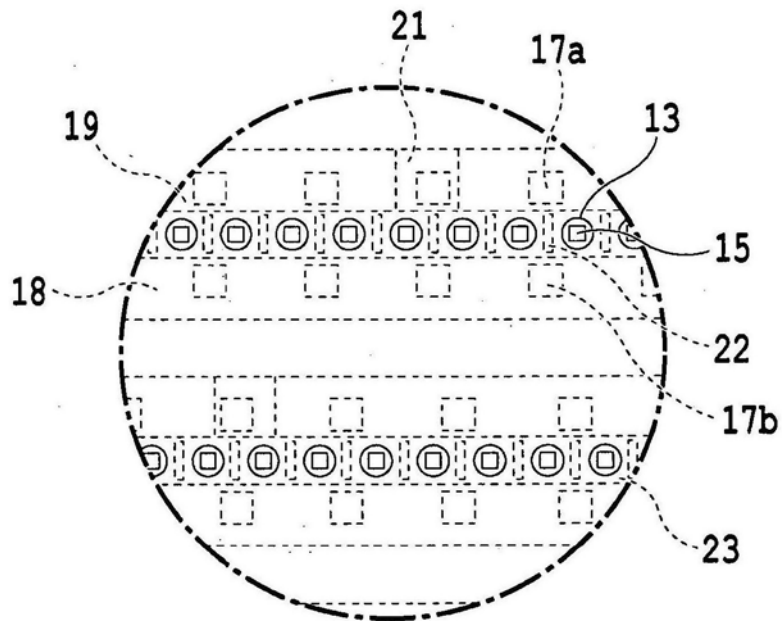


图11B

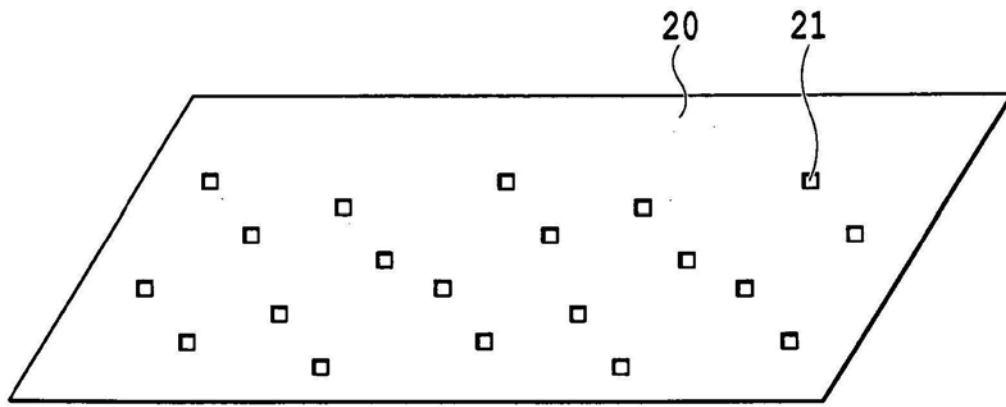


图11C

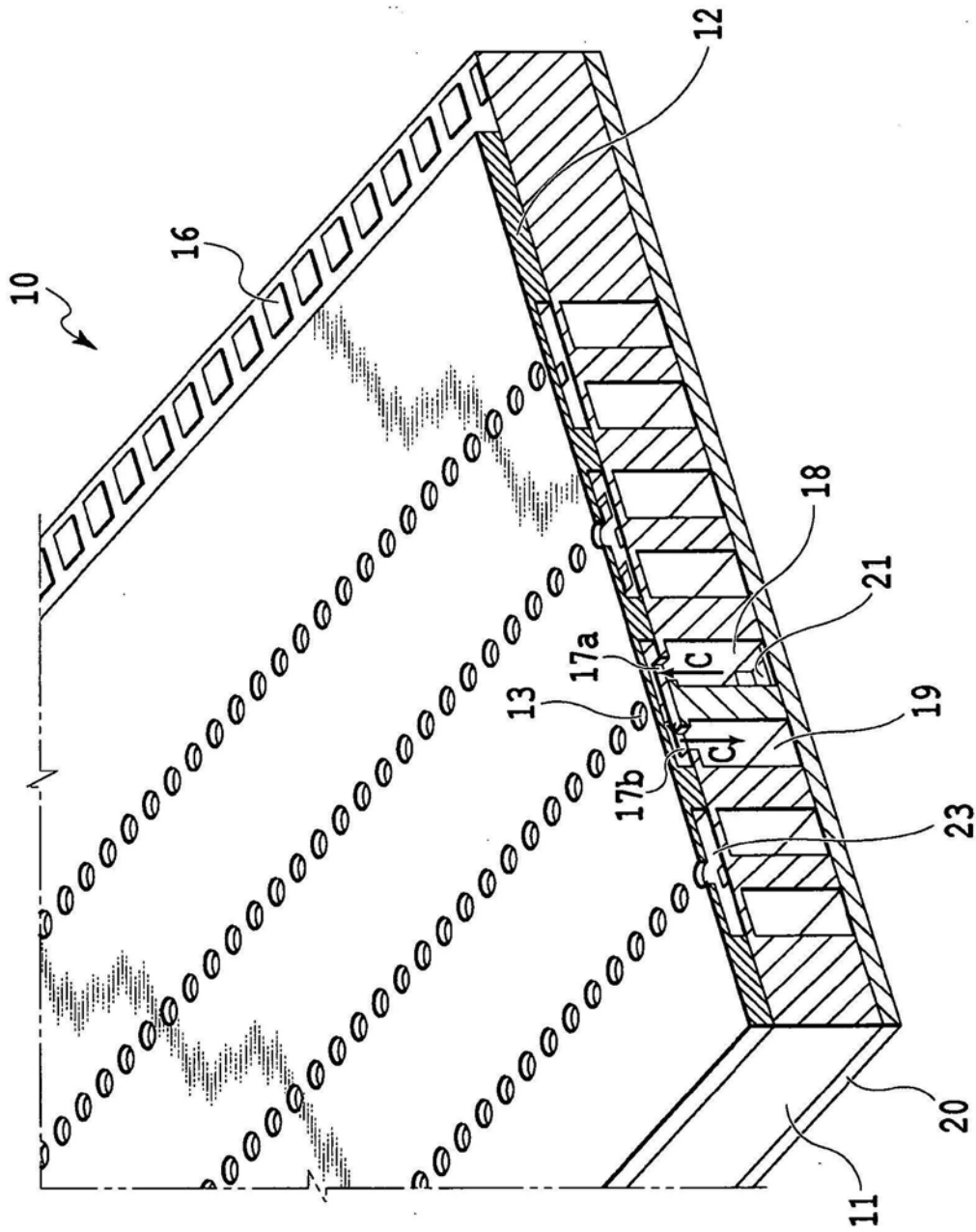


图12

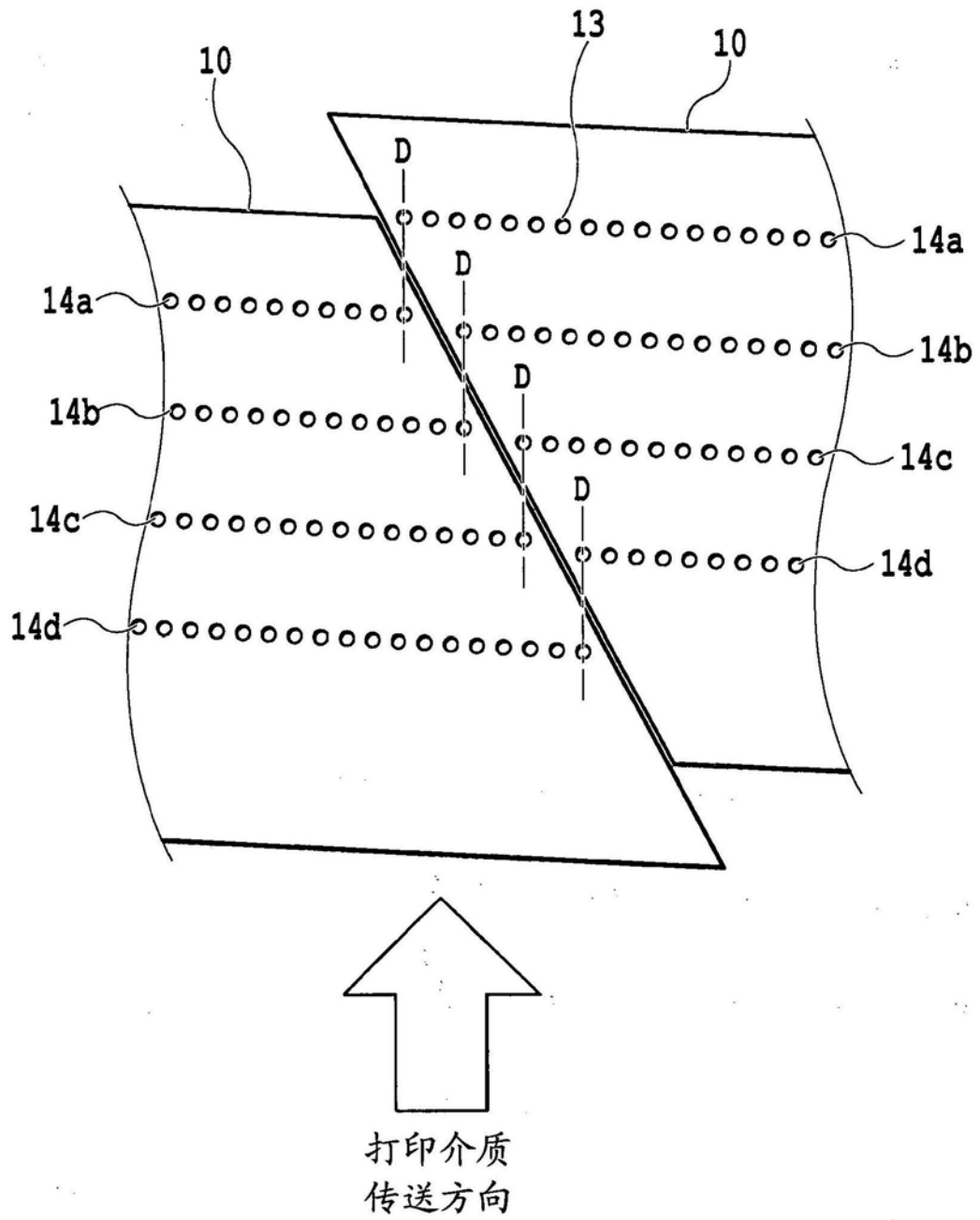


图13

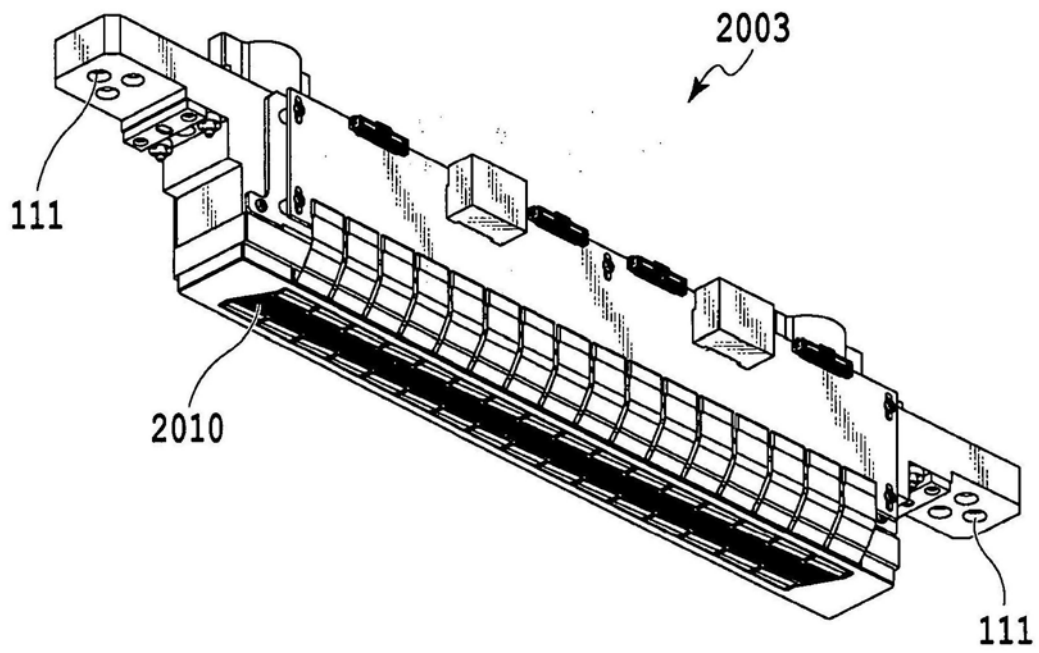


图14A

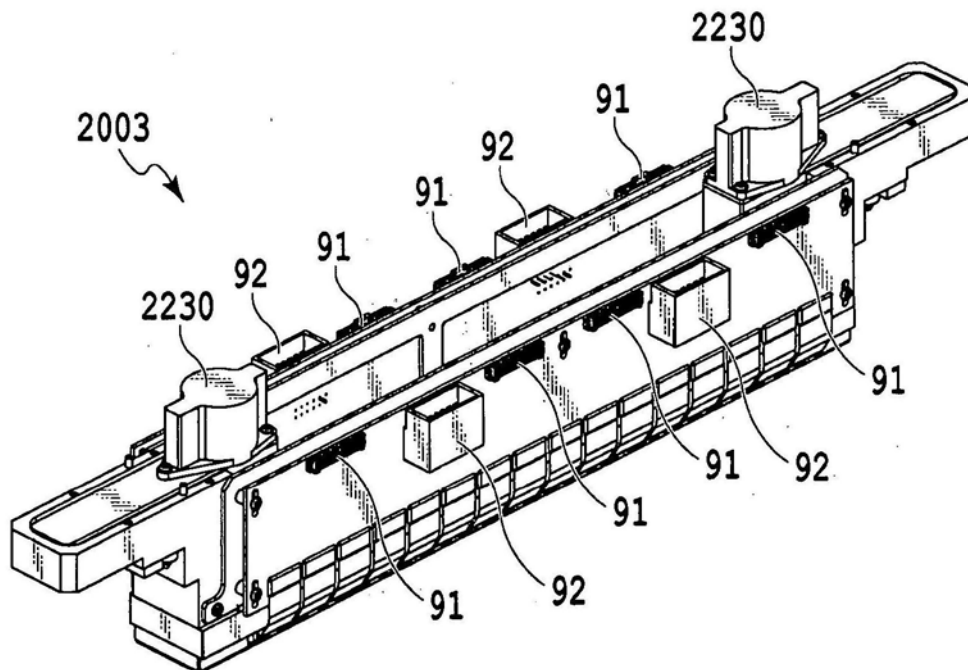


图14B

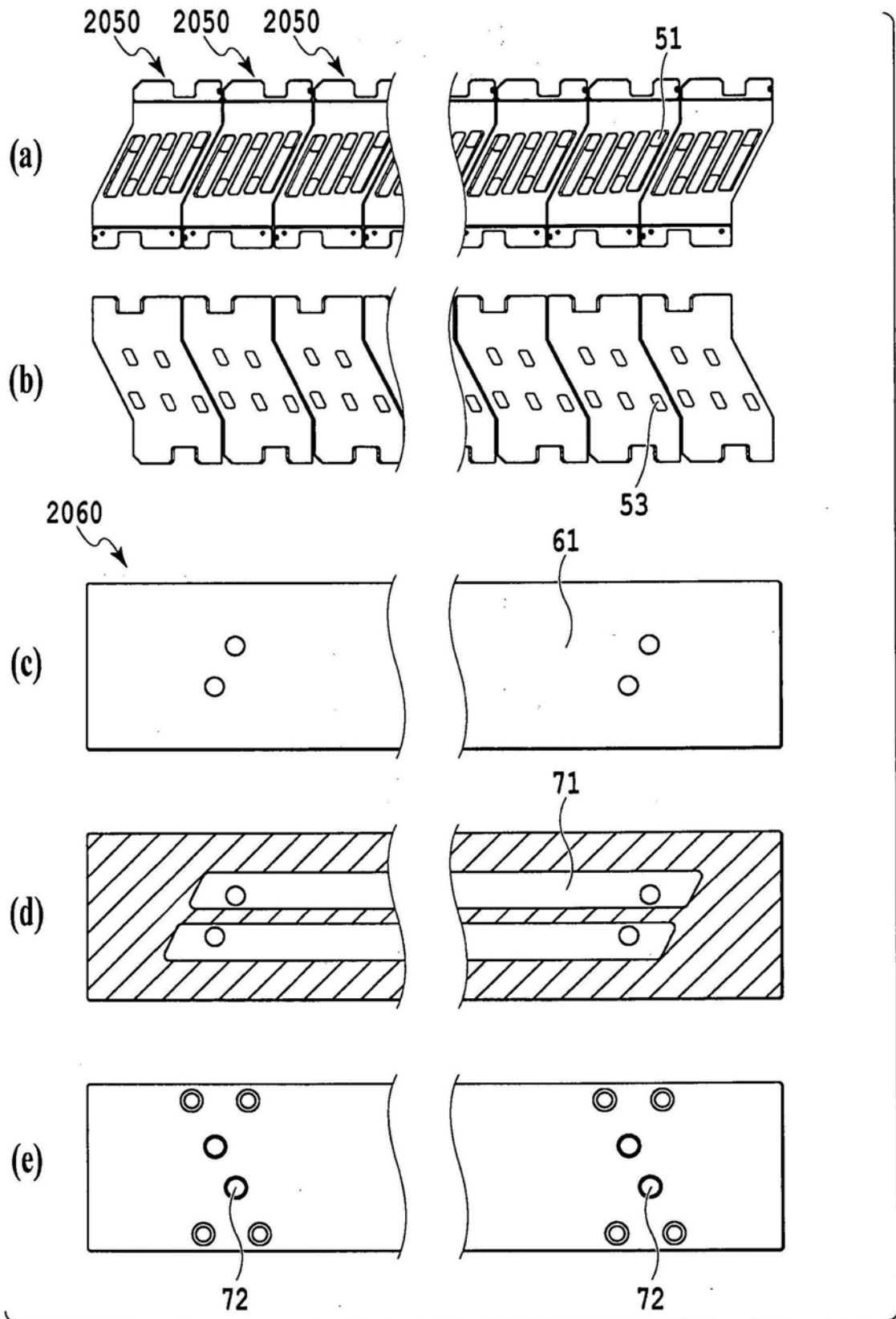


图16

图16

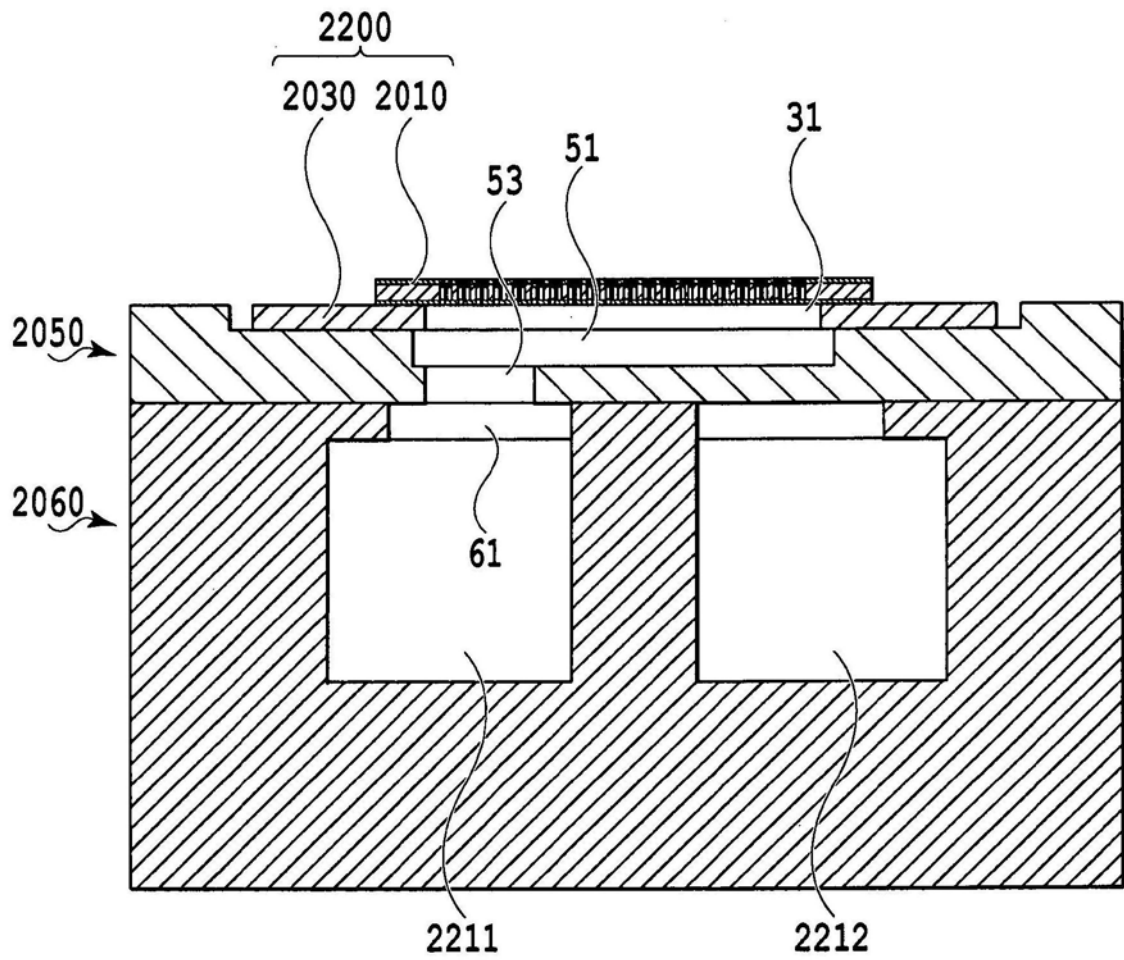


图18

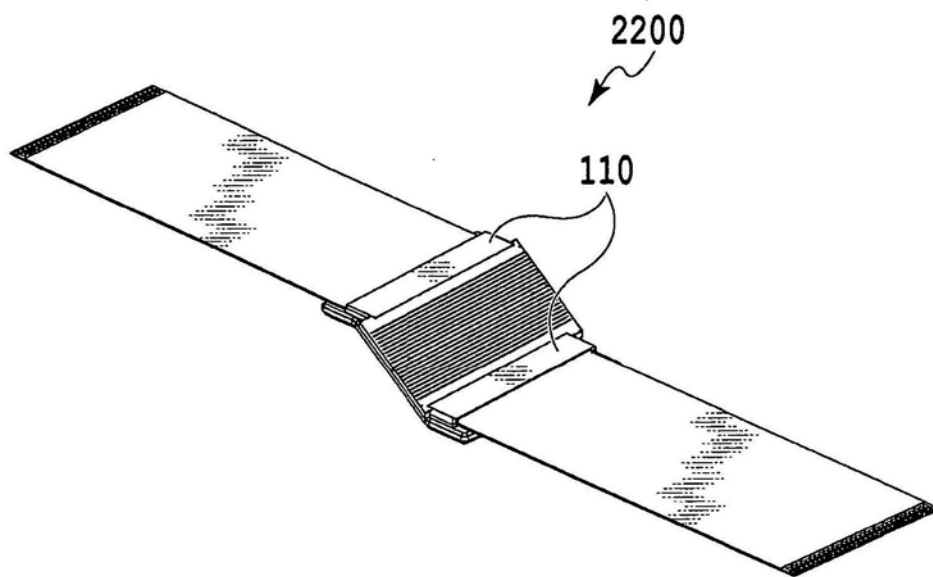


图19A

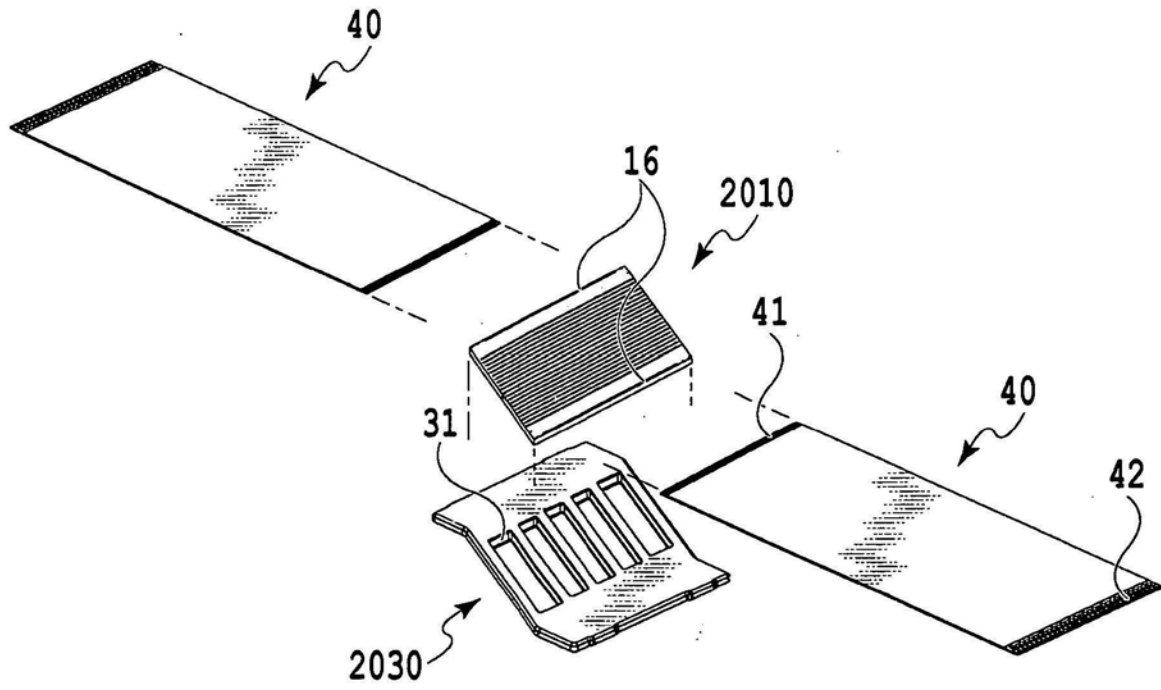


图19B

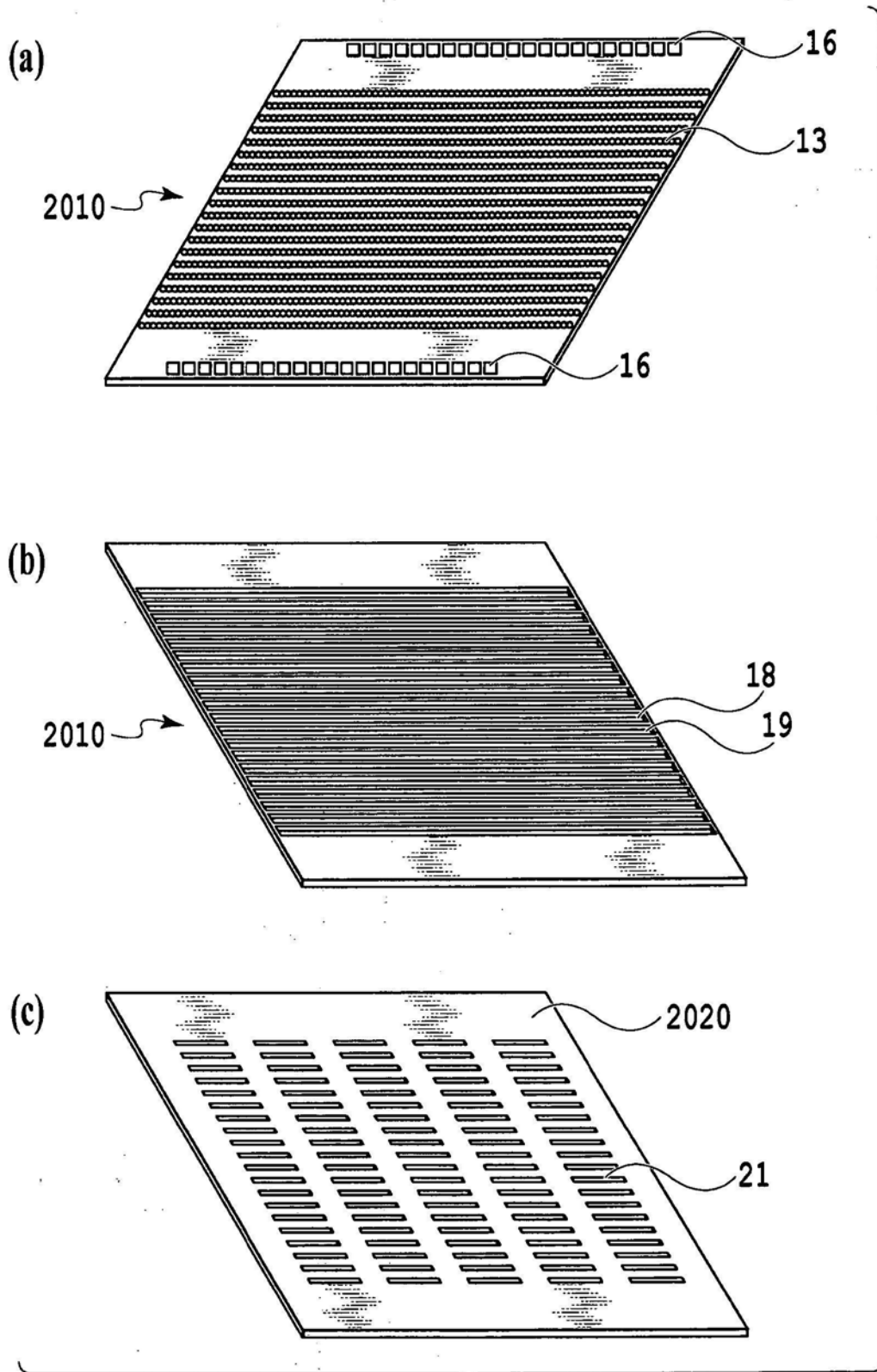


图 20

图20

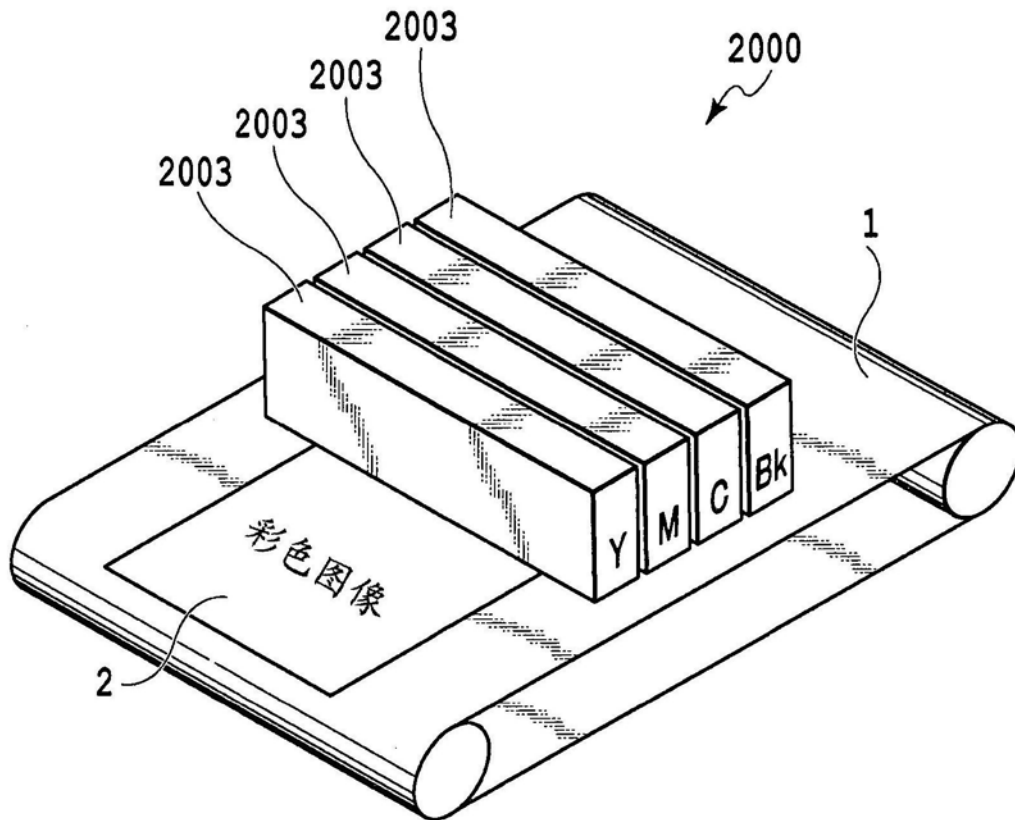


图21

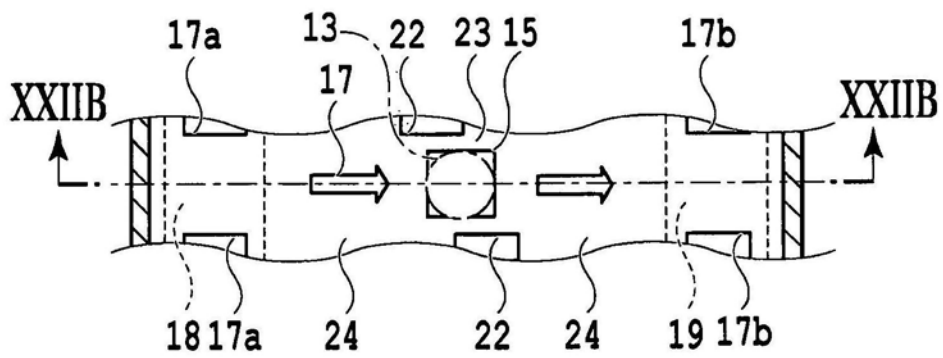


图22A

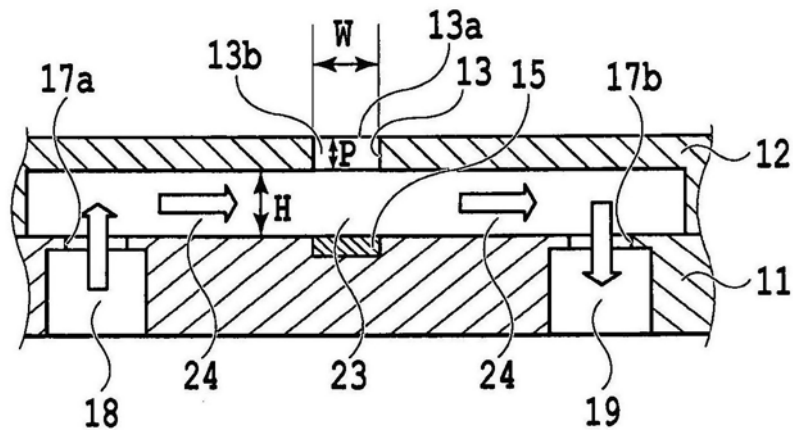


图22B

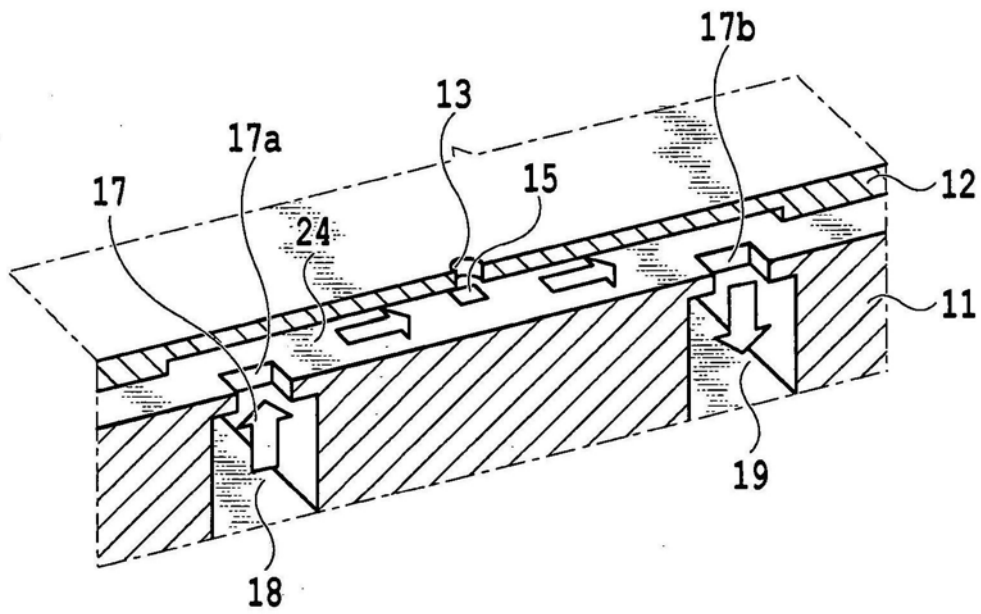


图22C

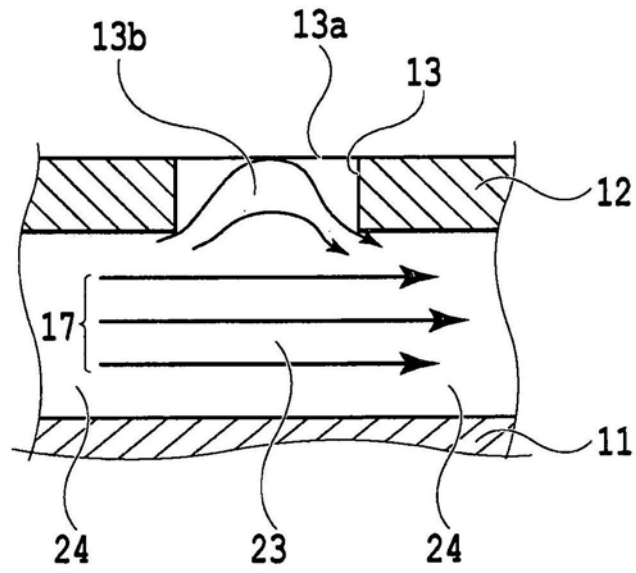


图23

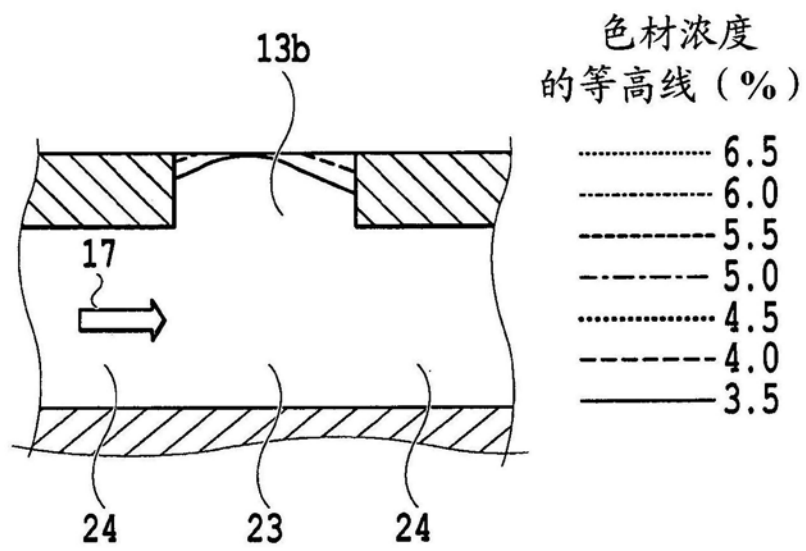


图24A

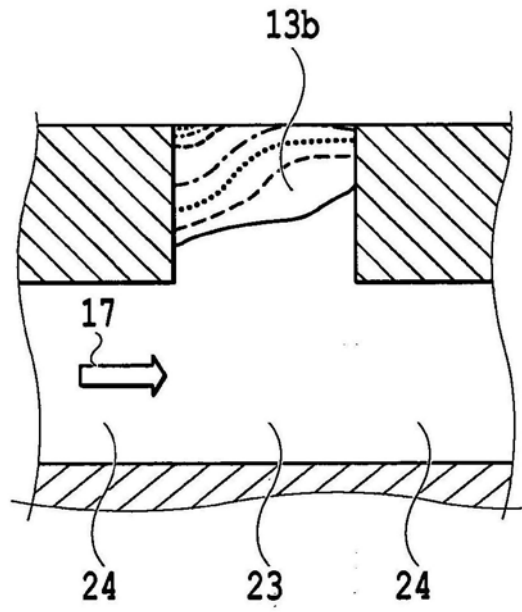


图24B

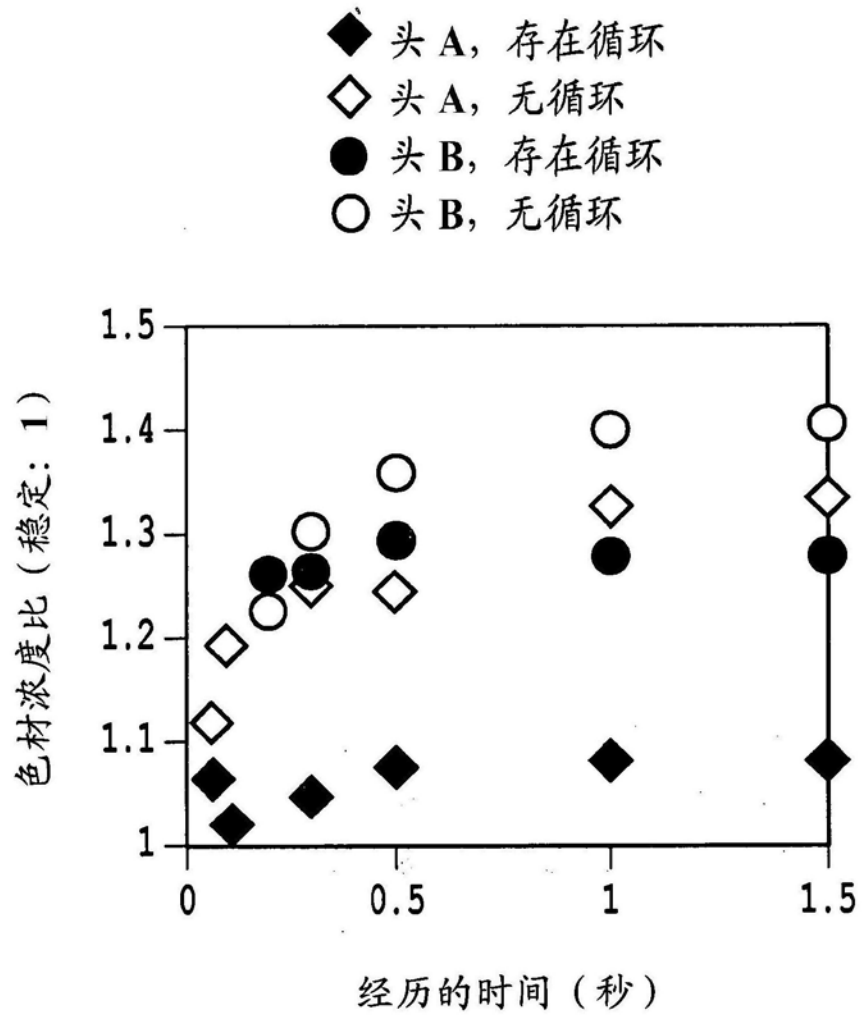


图25

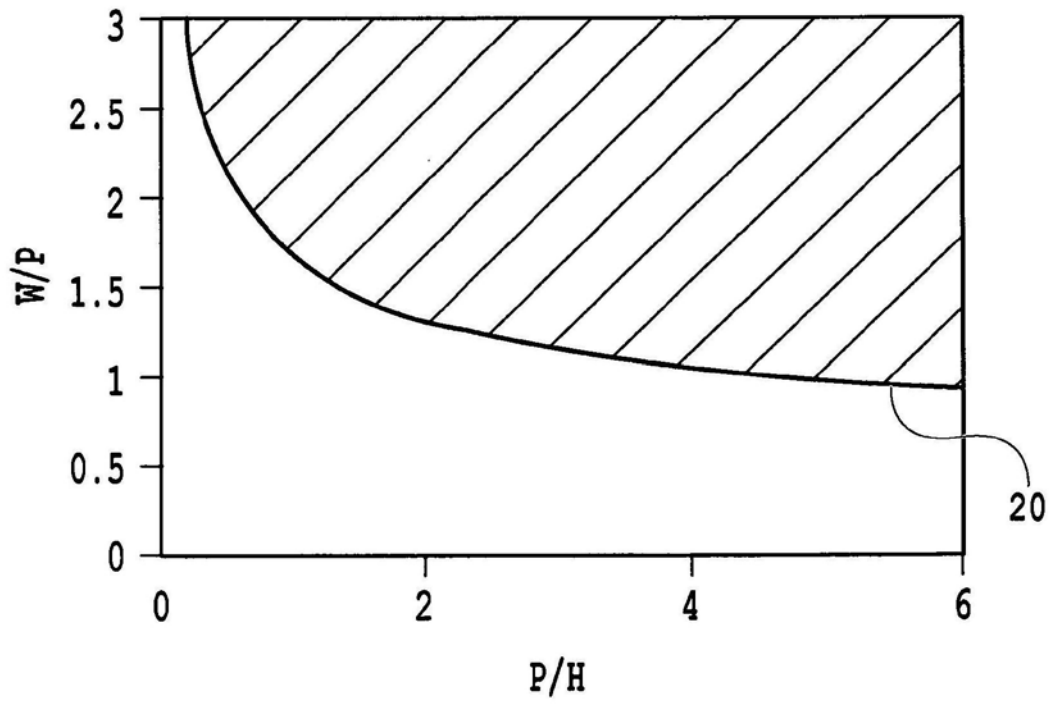


图26

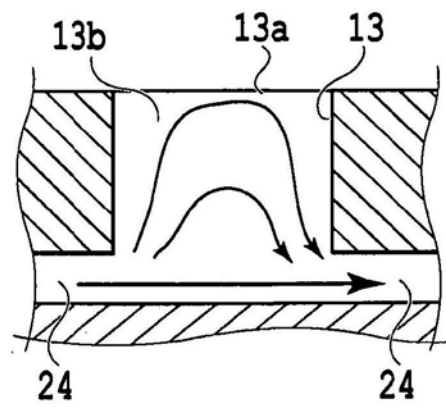


图27A

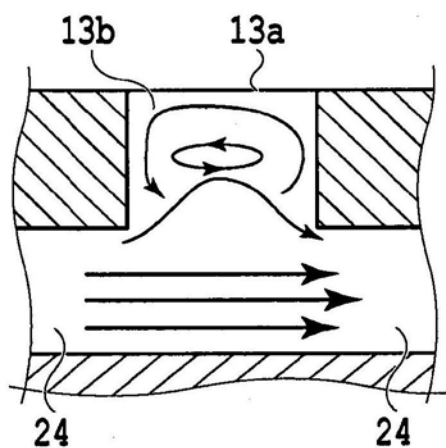


图27B

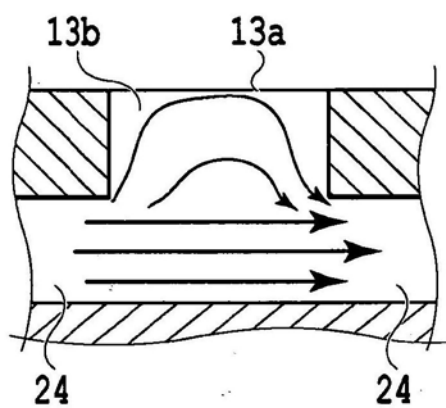


图27C

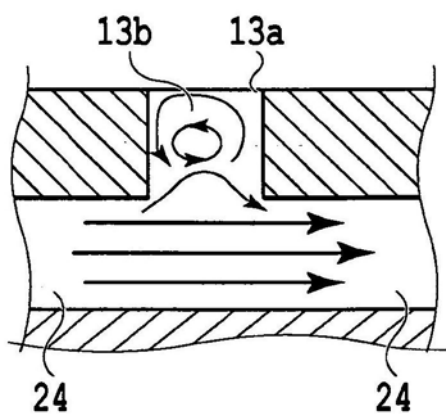


图27D

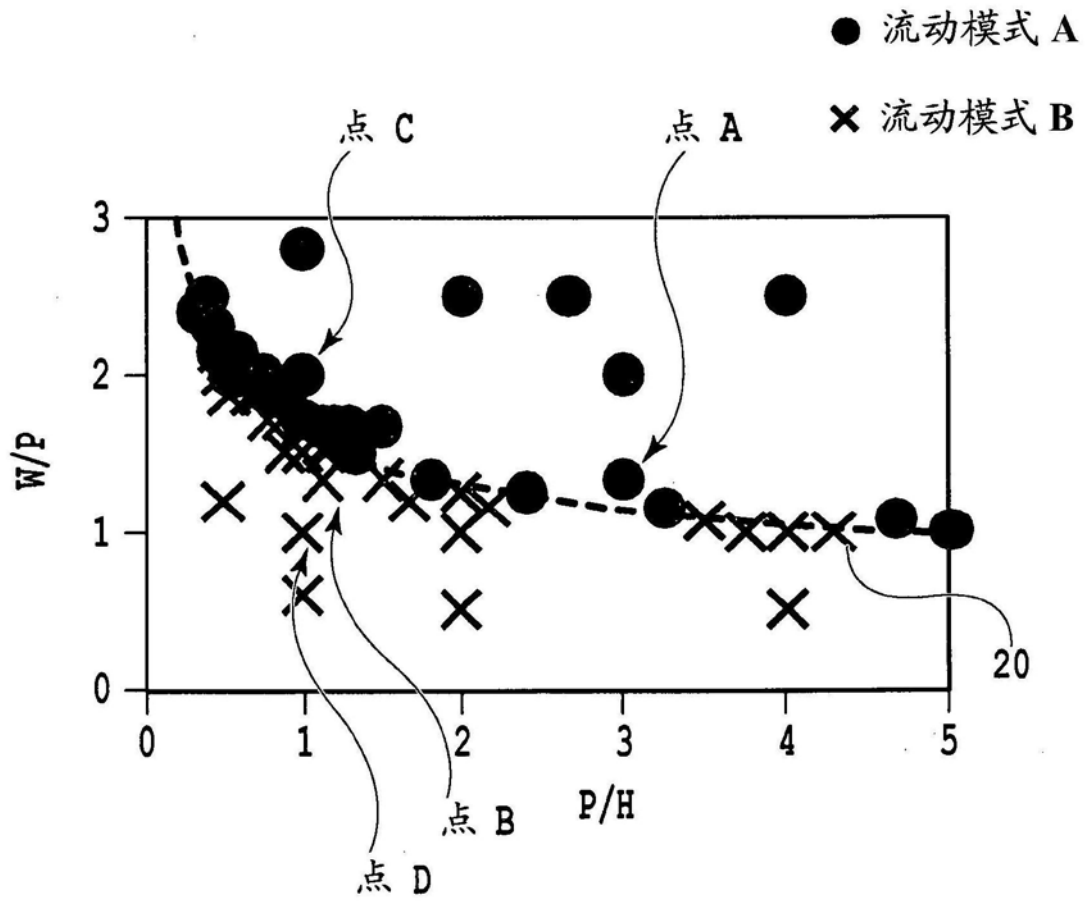


图28

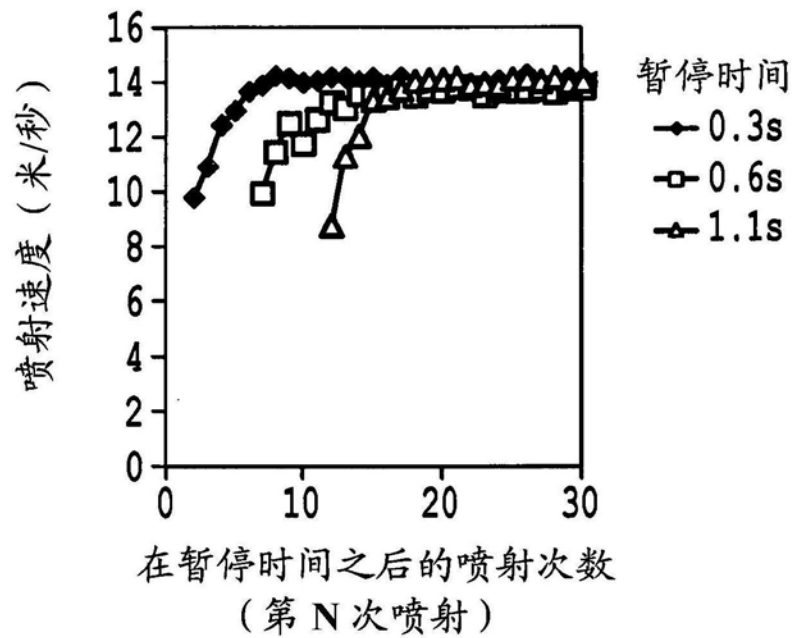


图29A

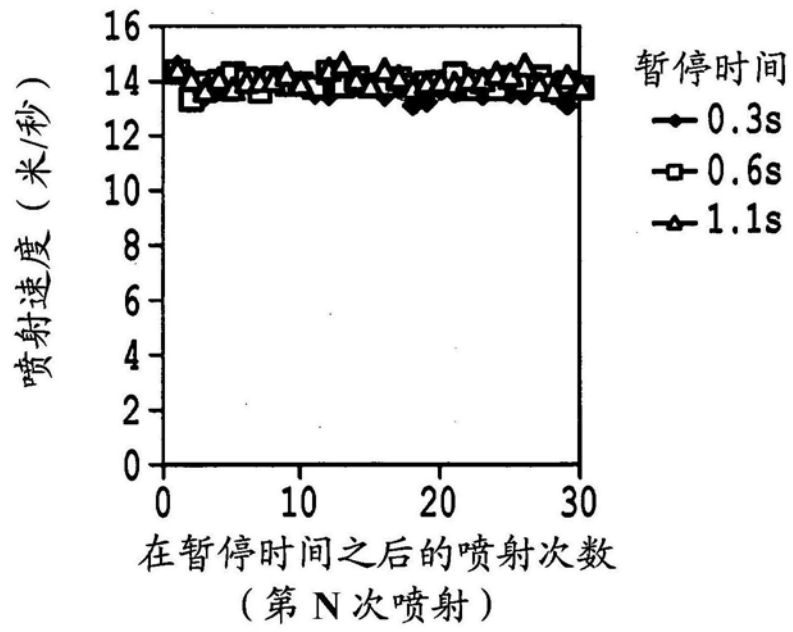


图29B

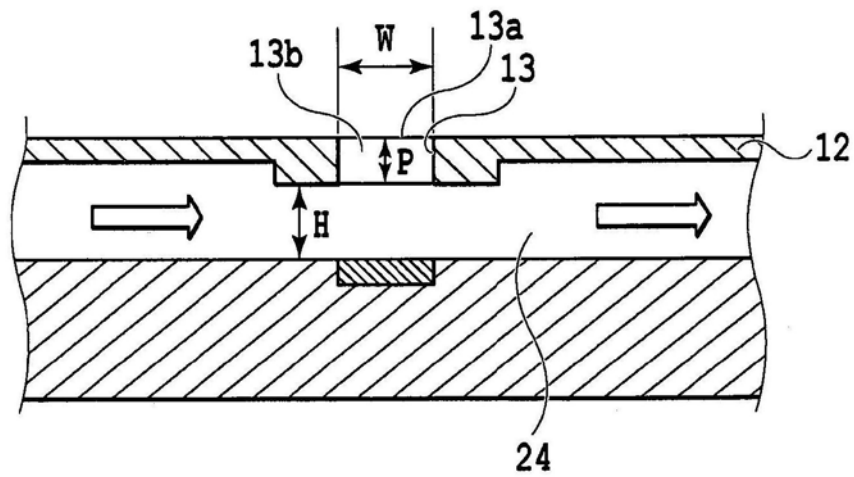


图30

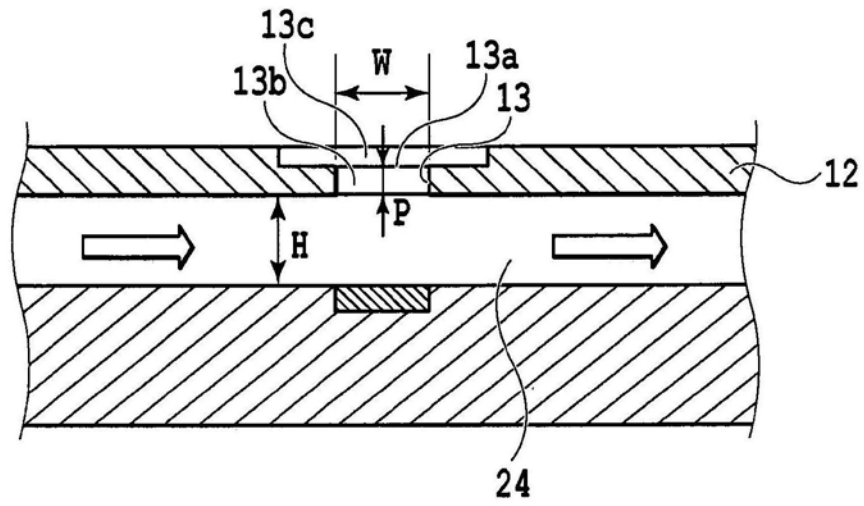


图31

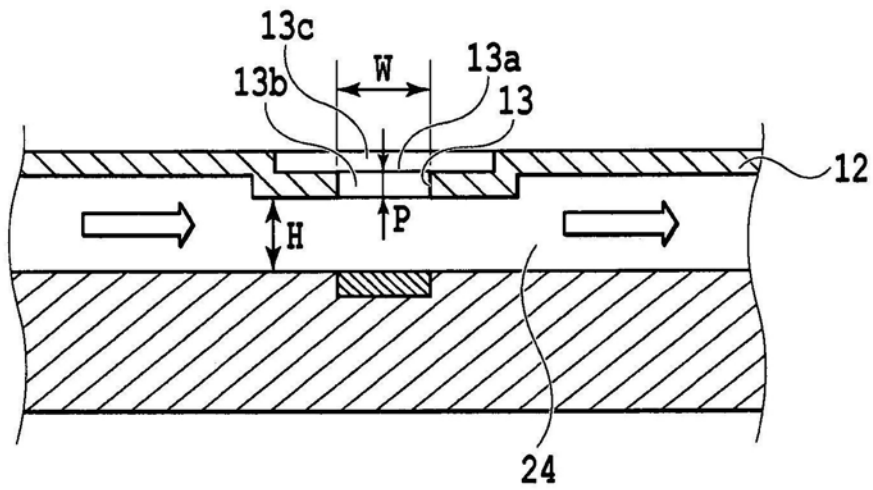


图32

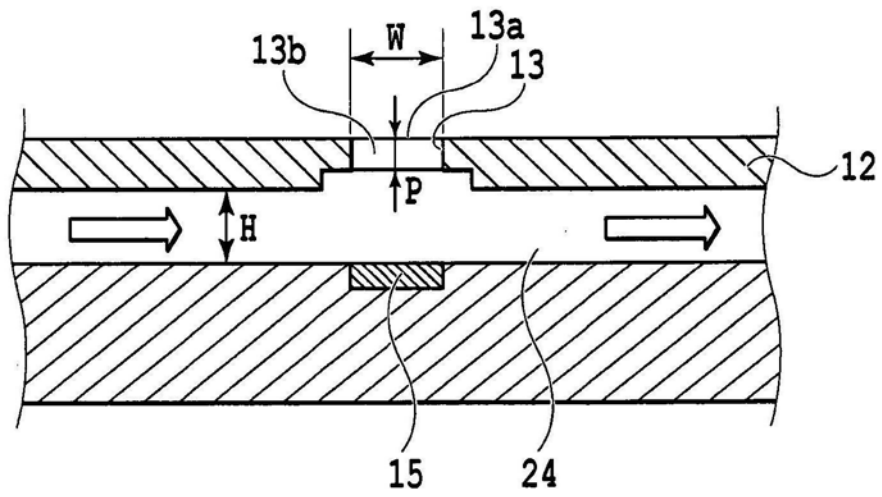


图33

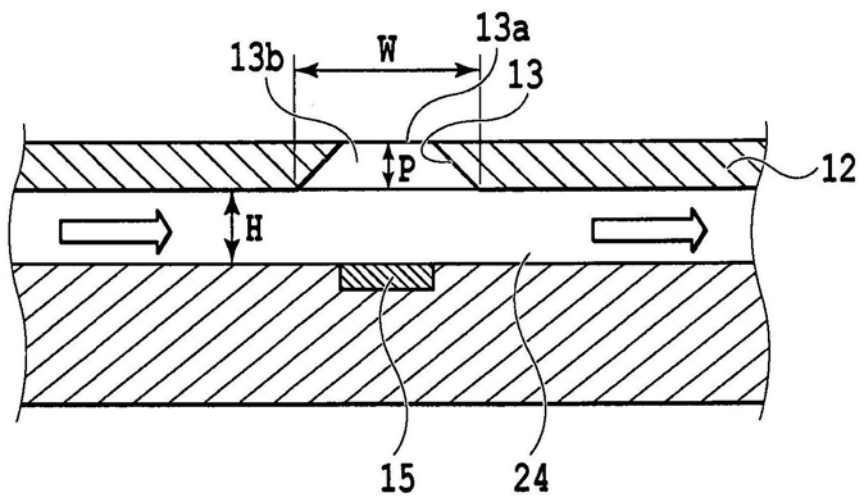


图34

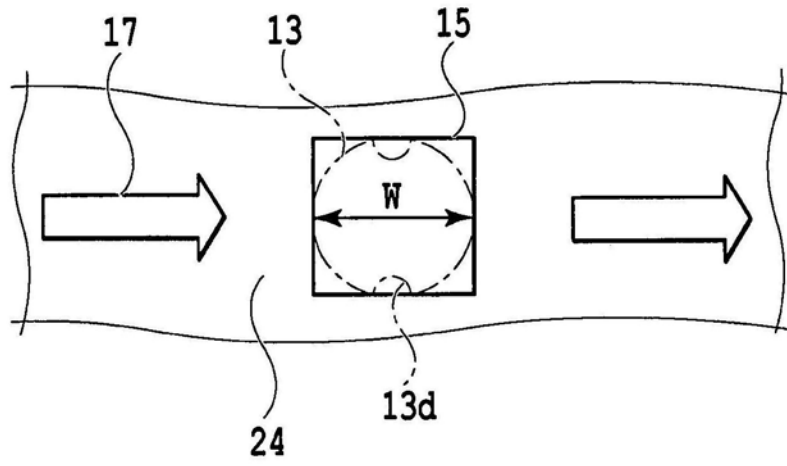


图35A

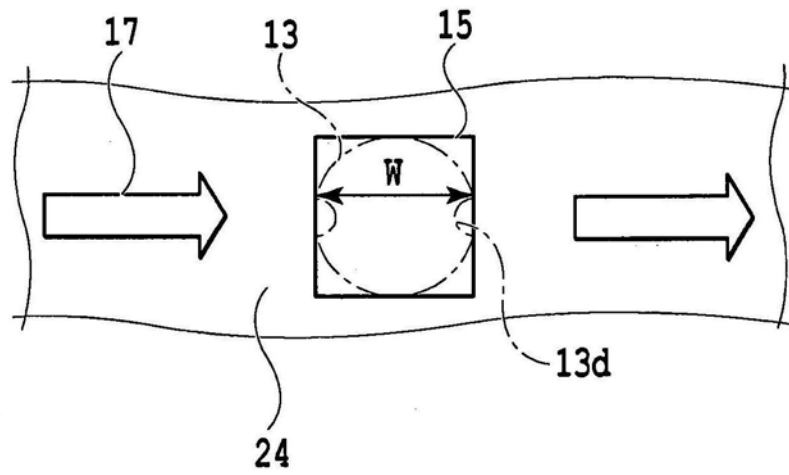


图35B

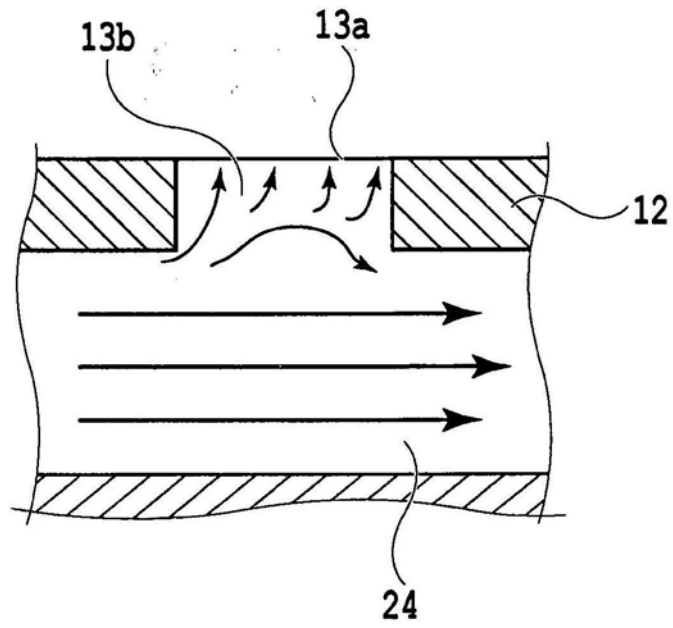


图36A

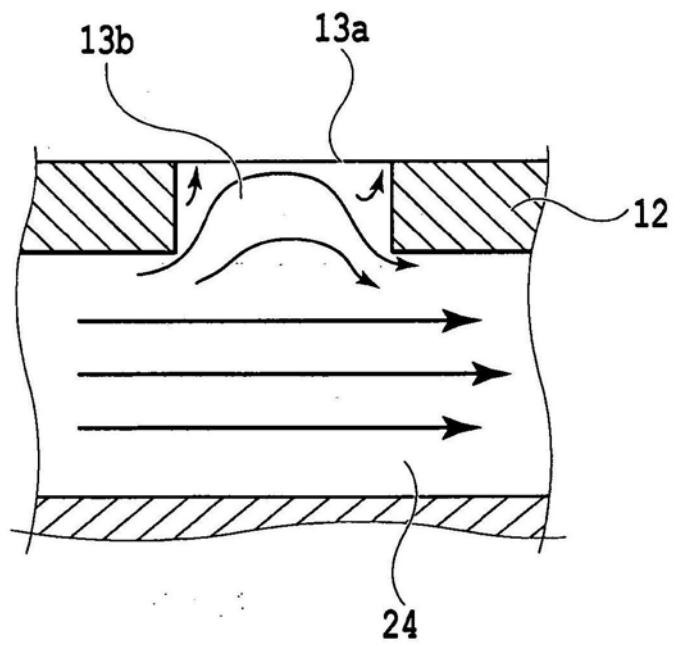


图36B

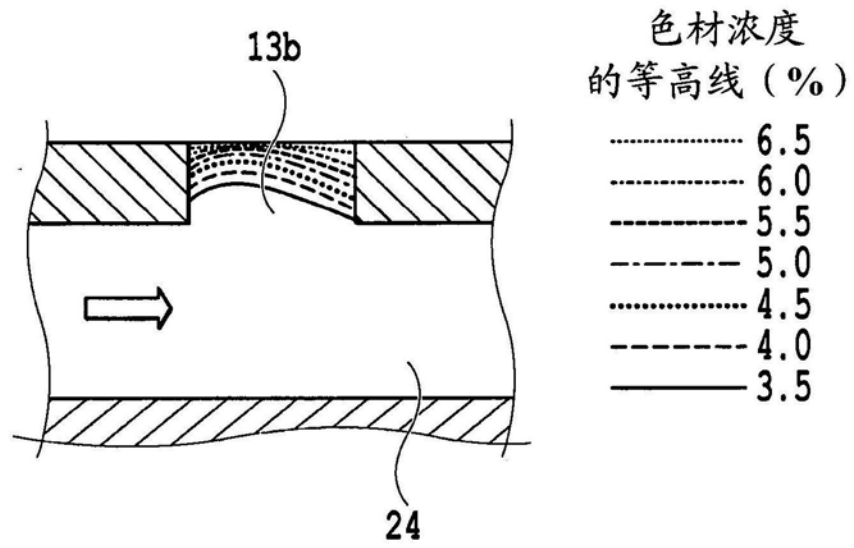


图37A

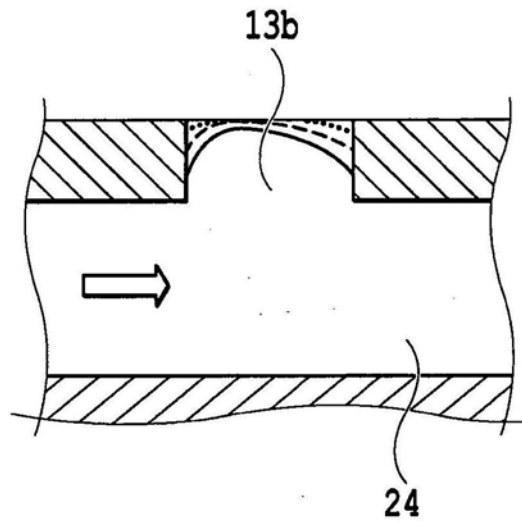


图37B

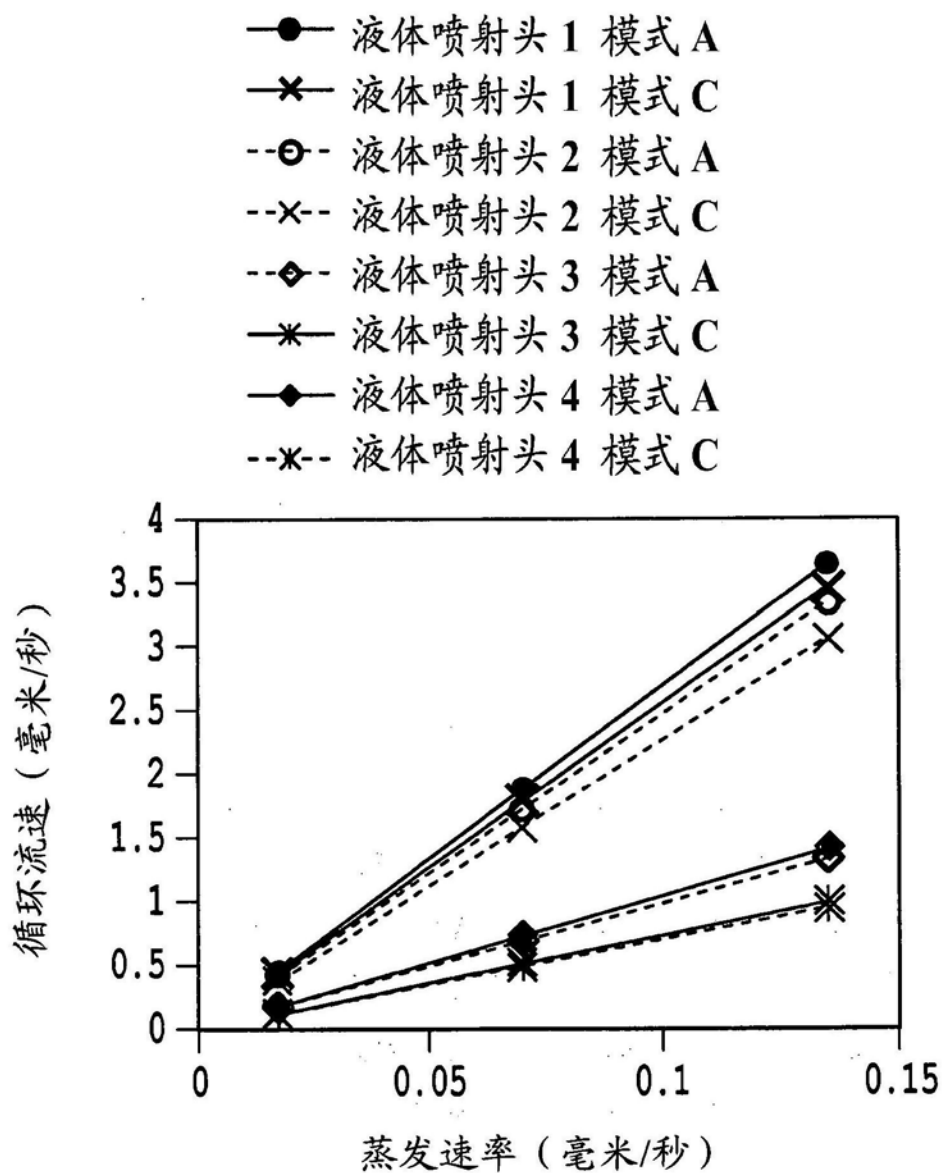


图38

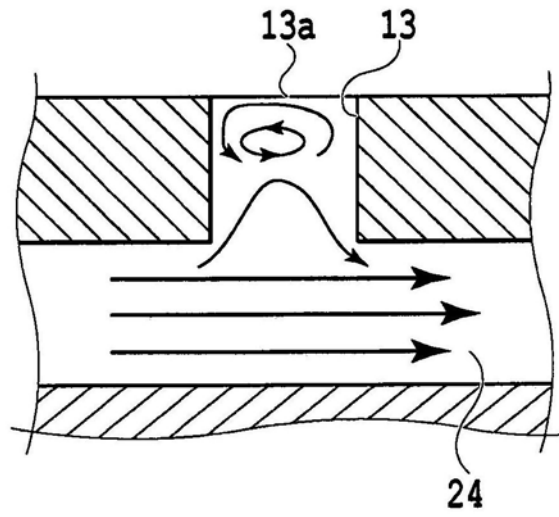


图39A

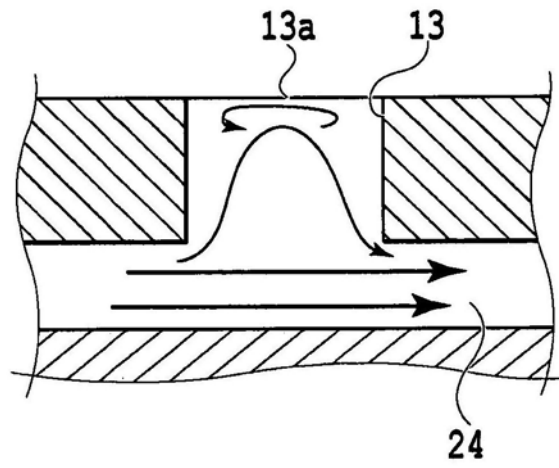


图39B

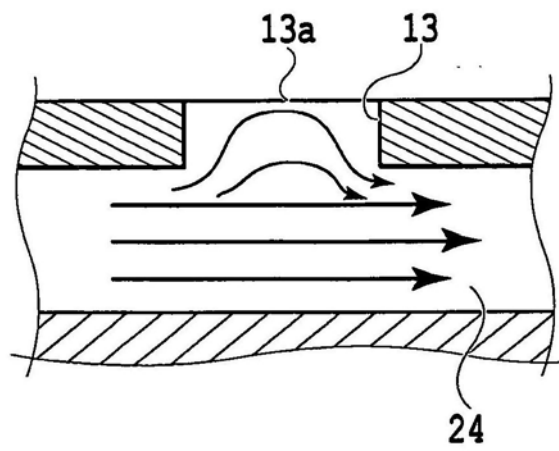


图39C

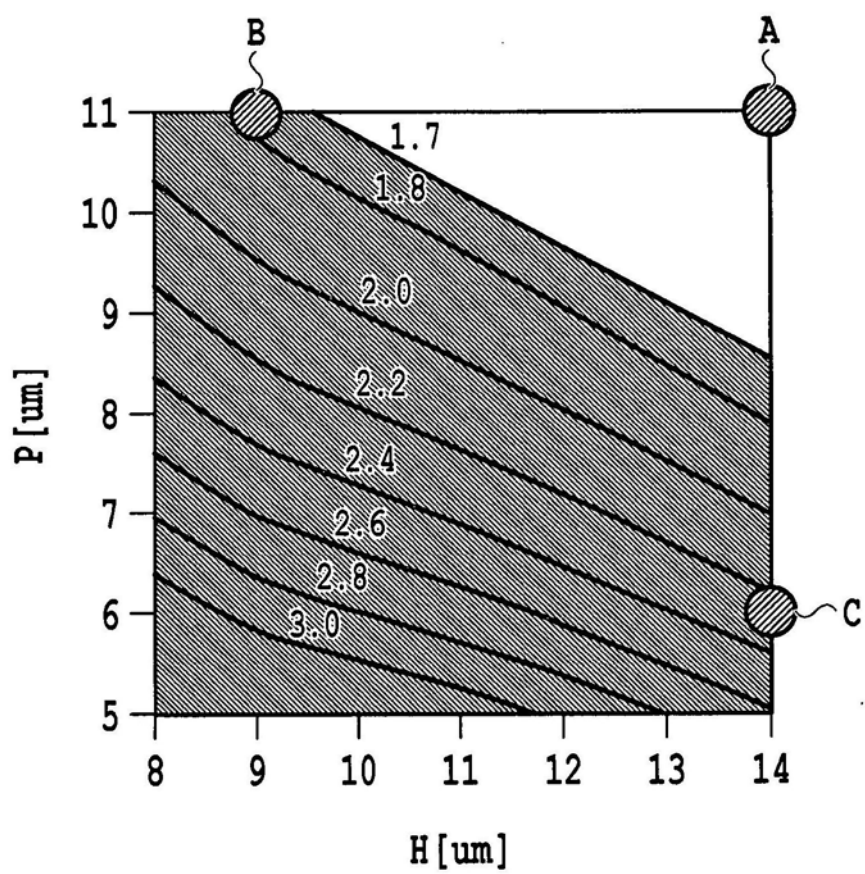


图40

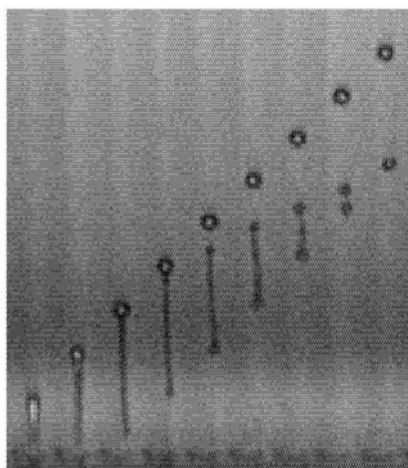


图41A

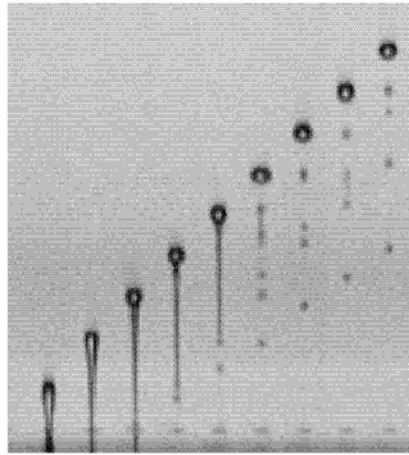


图41B

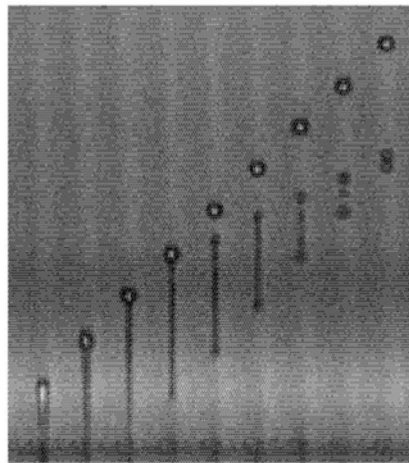


图41C

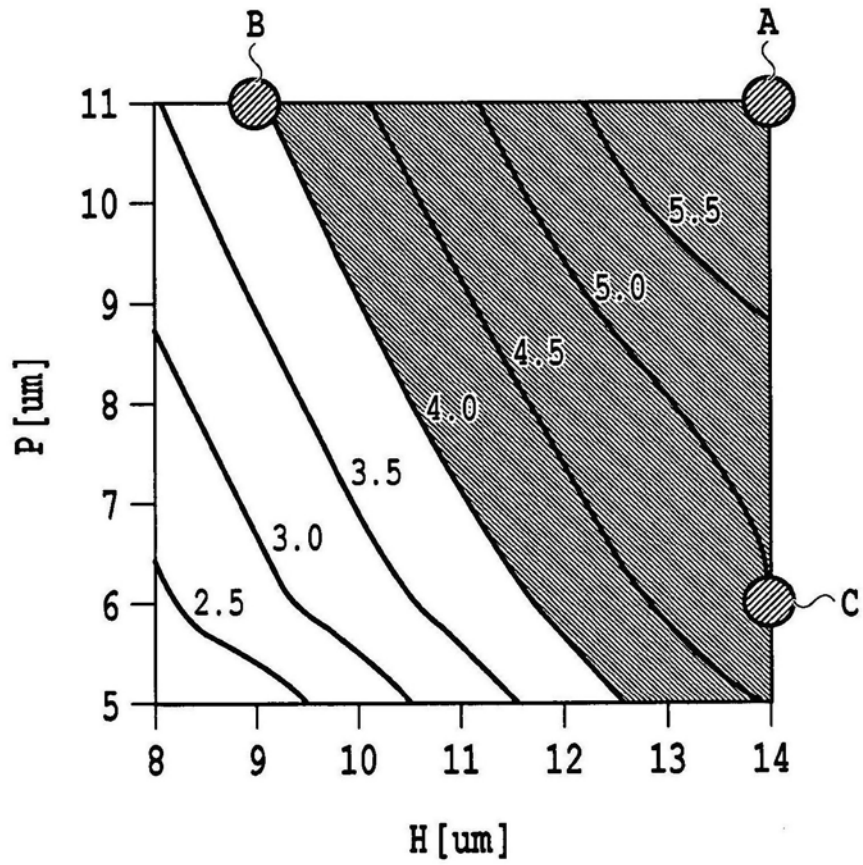


图42

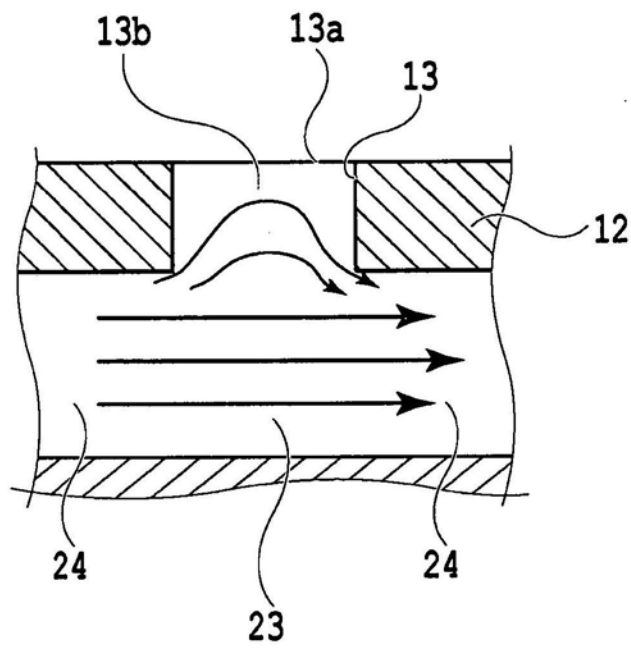


图43

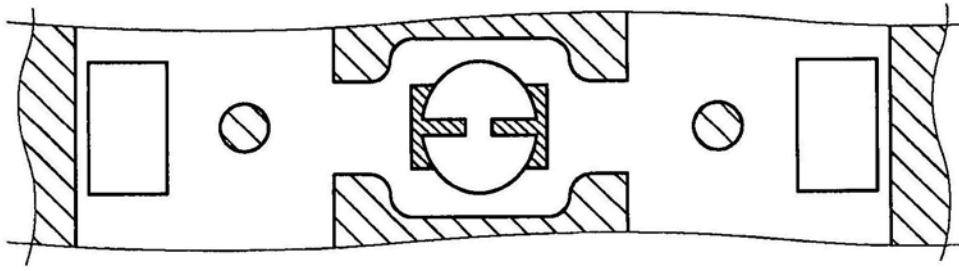


图44A

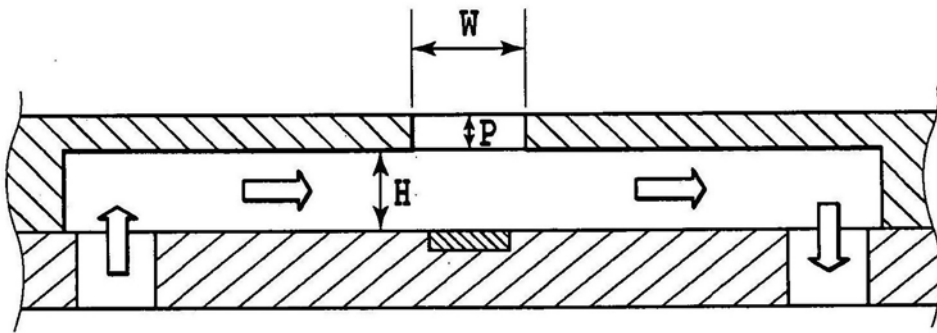


图44B

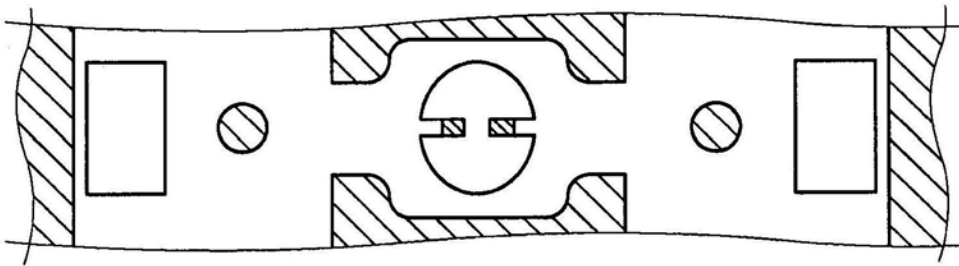


图45A

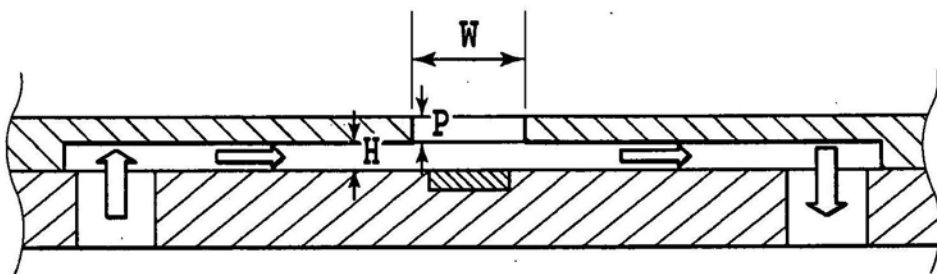


图45B

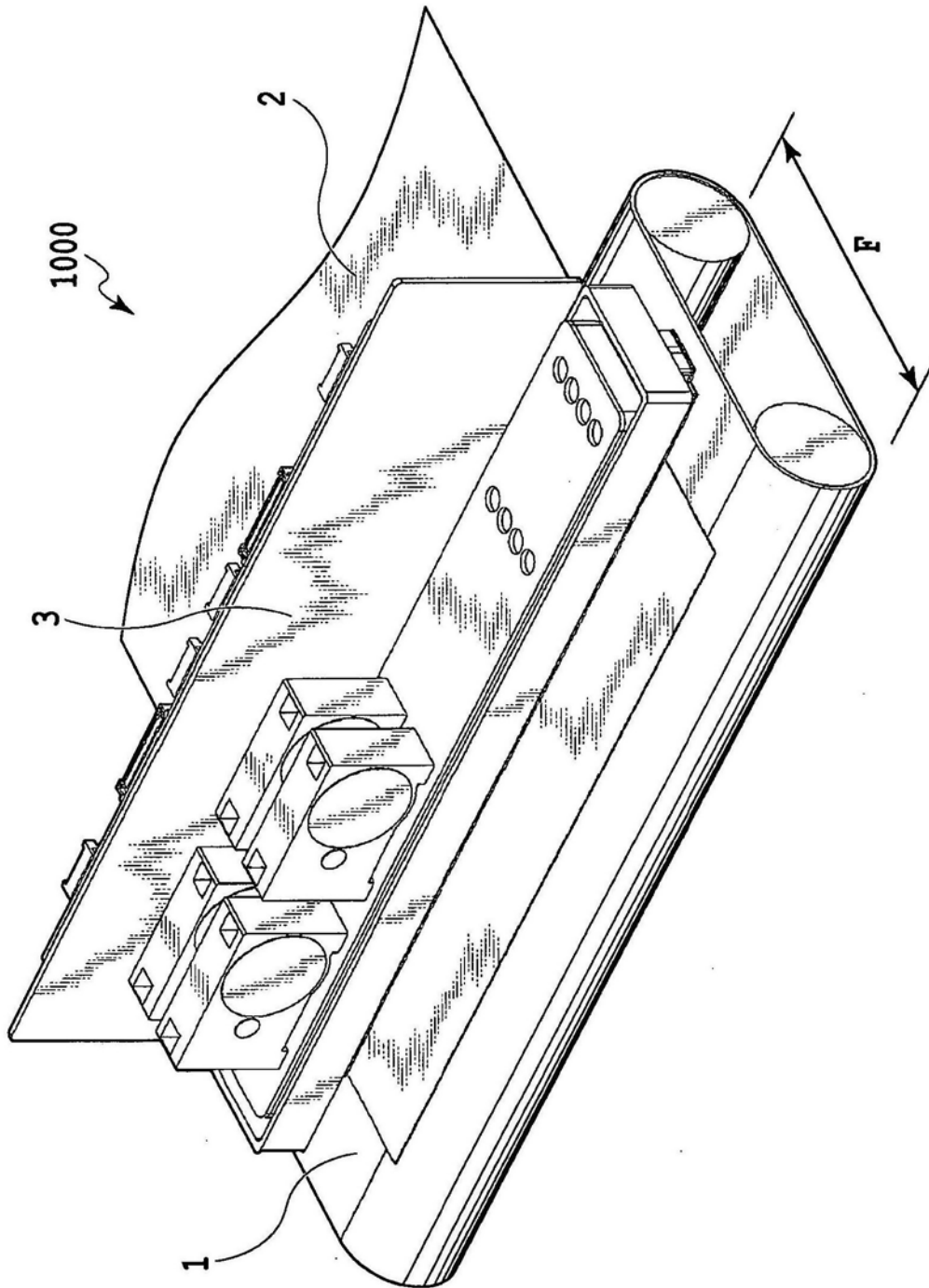


图46

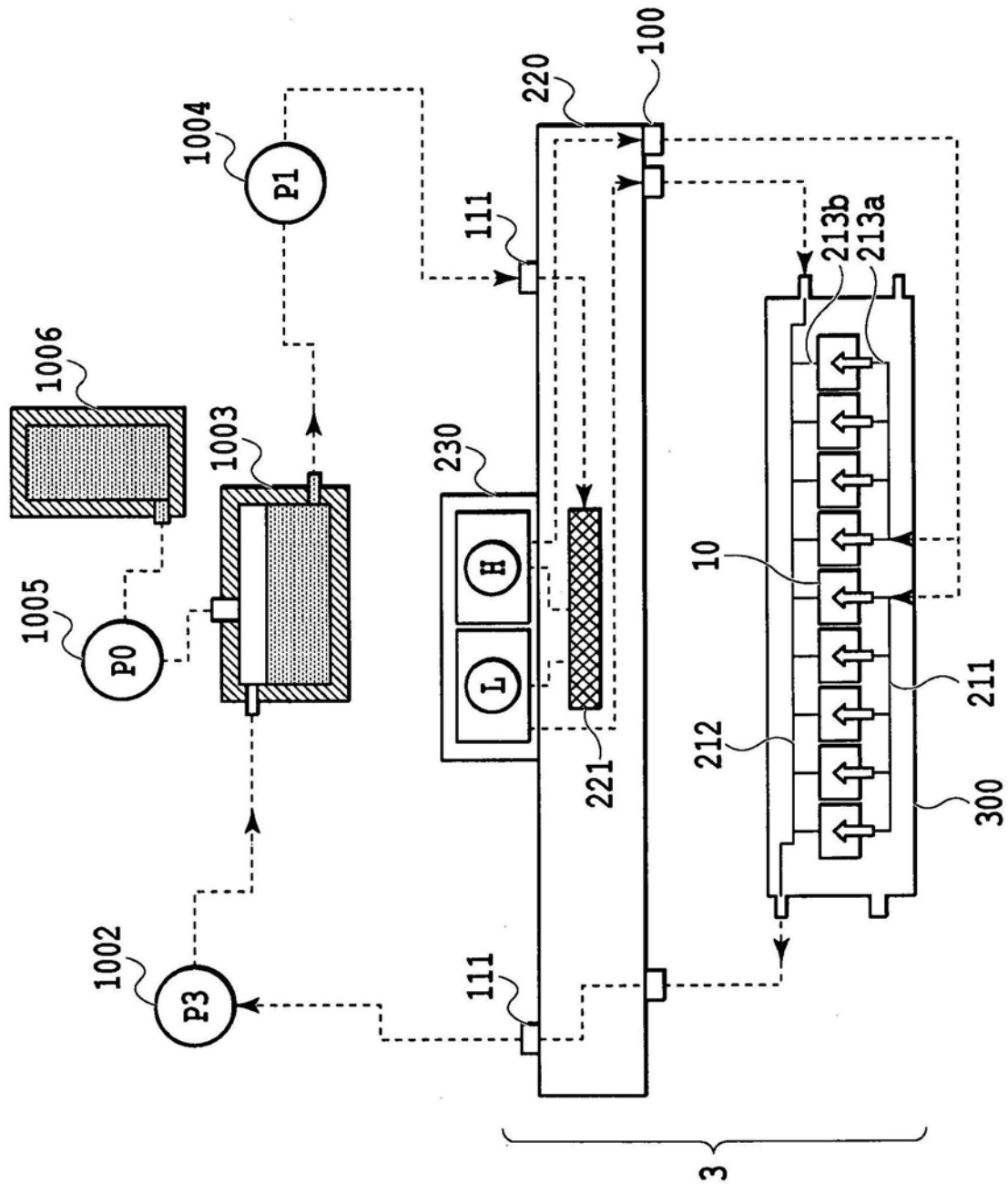


图47

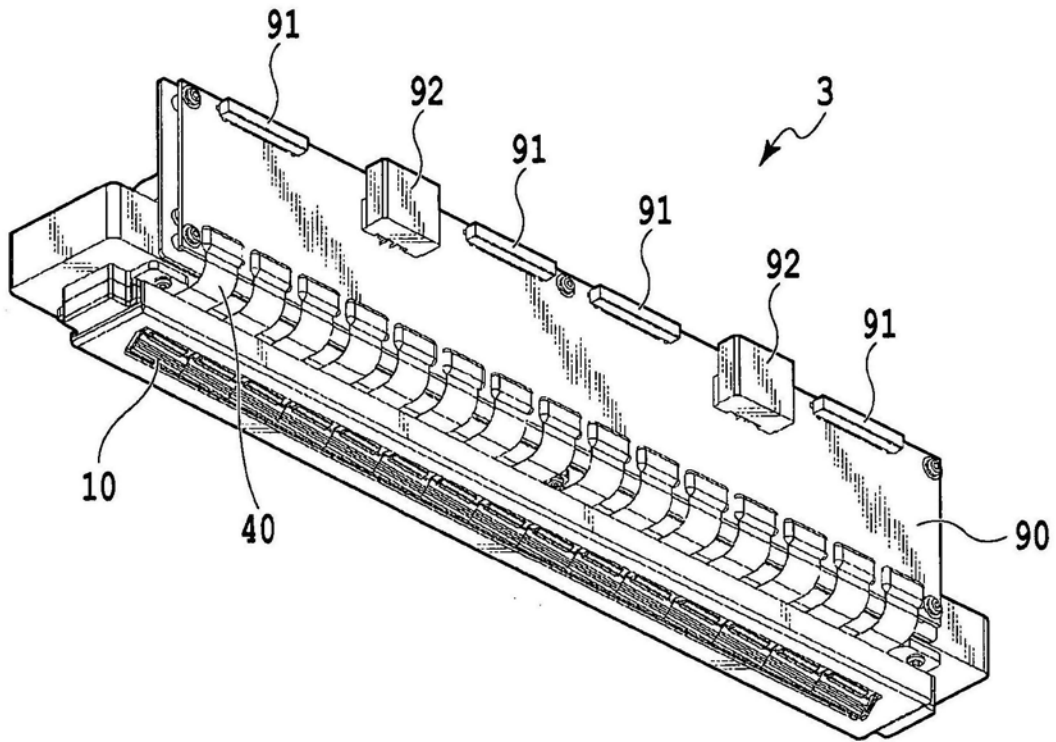


图48A

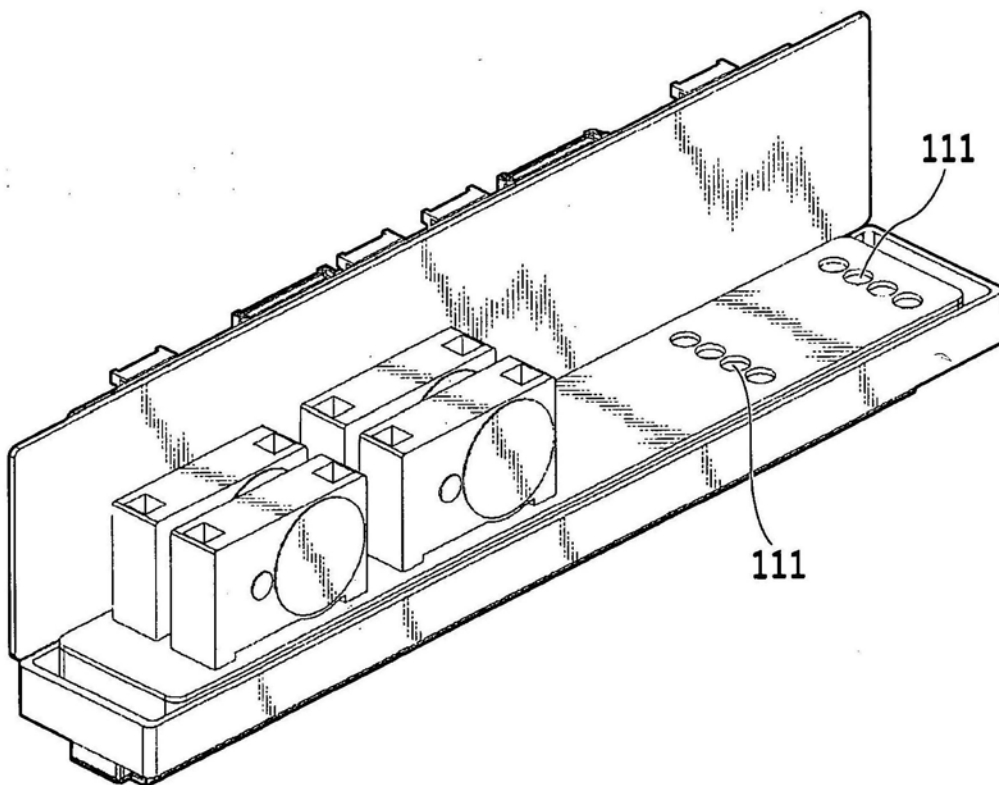


图48B

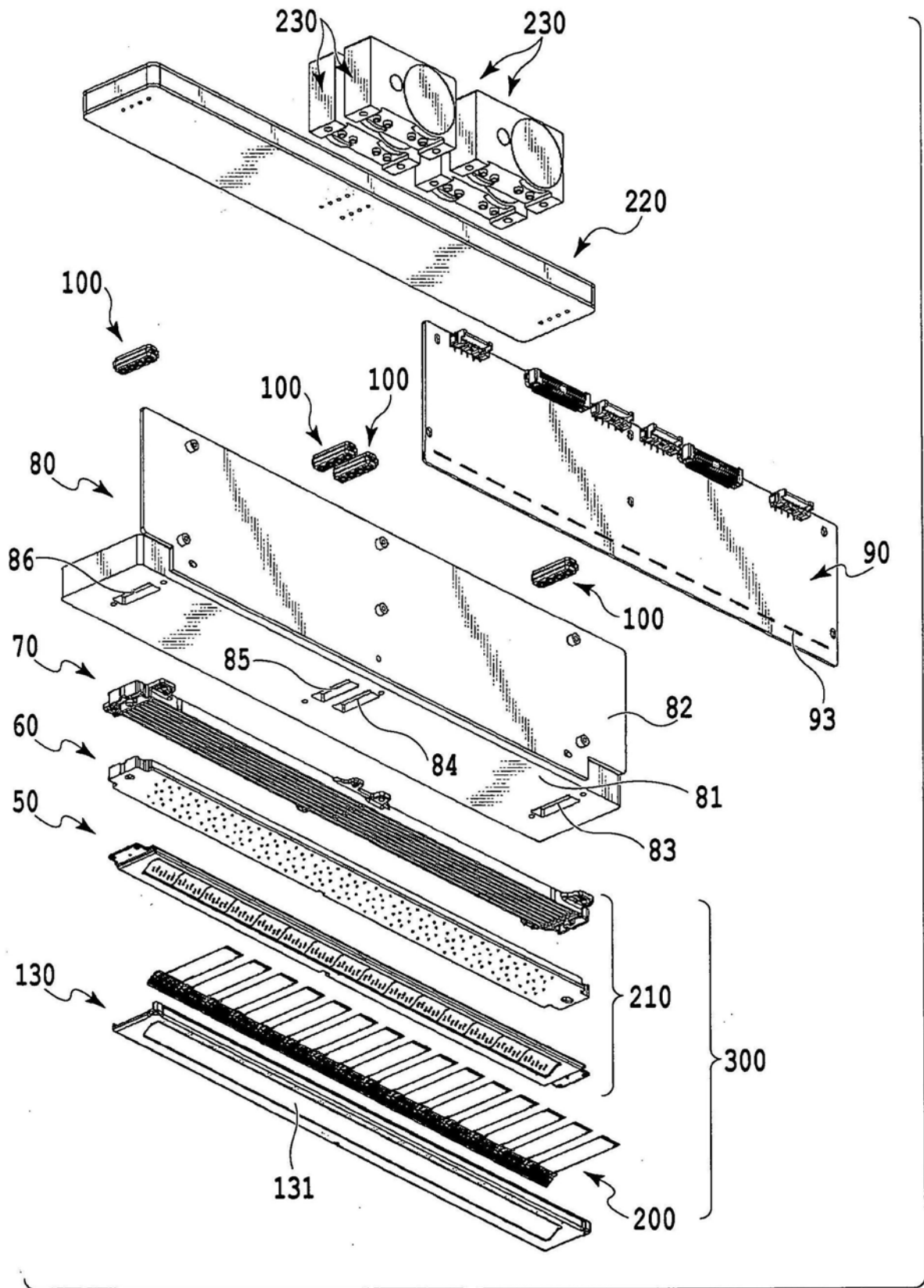


图 49

图49

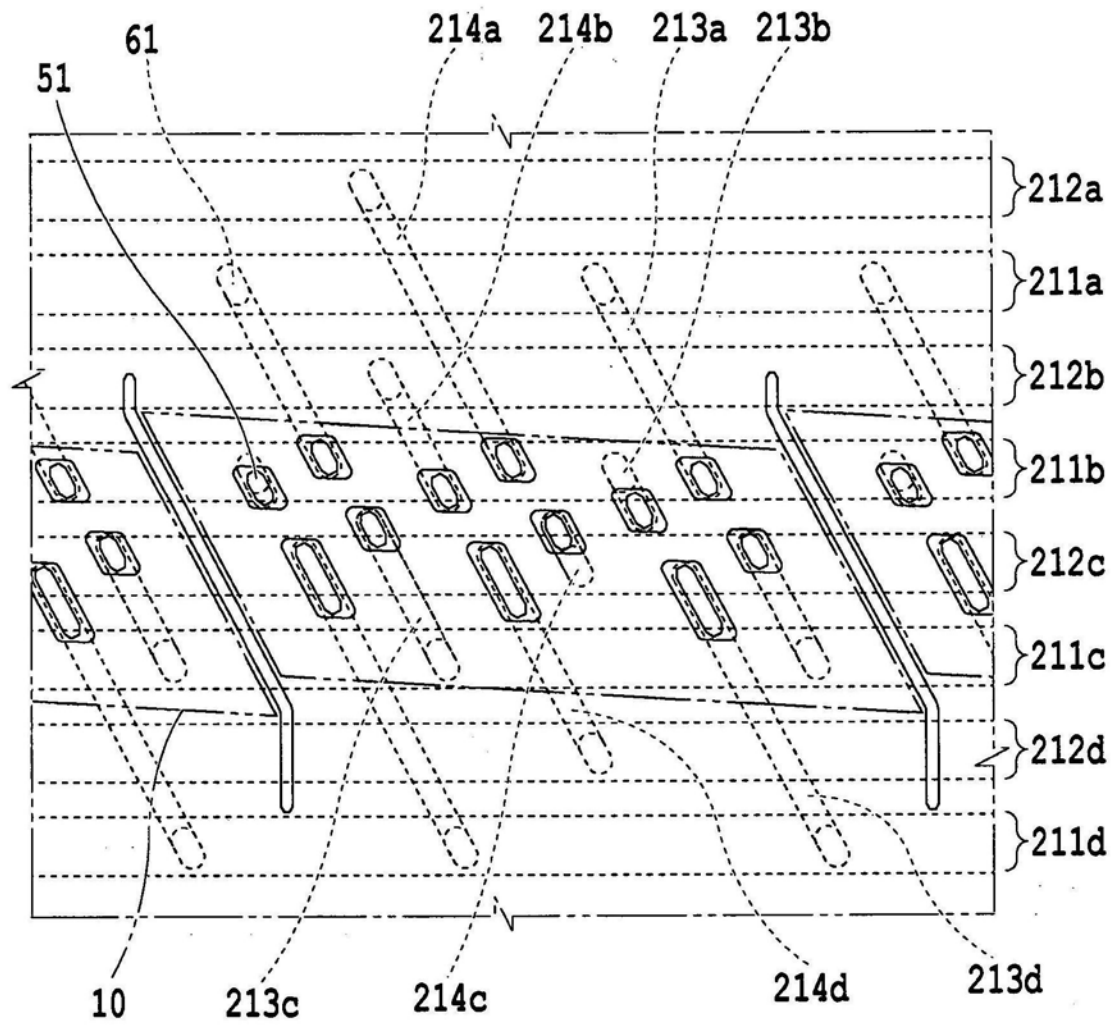


图50

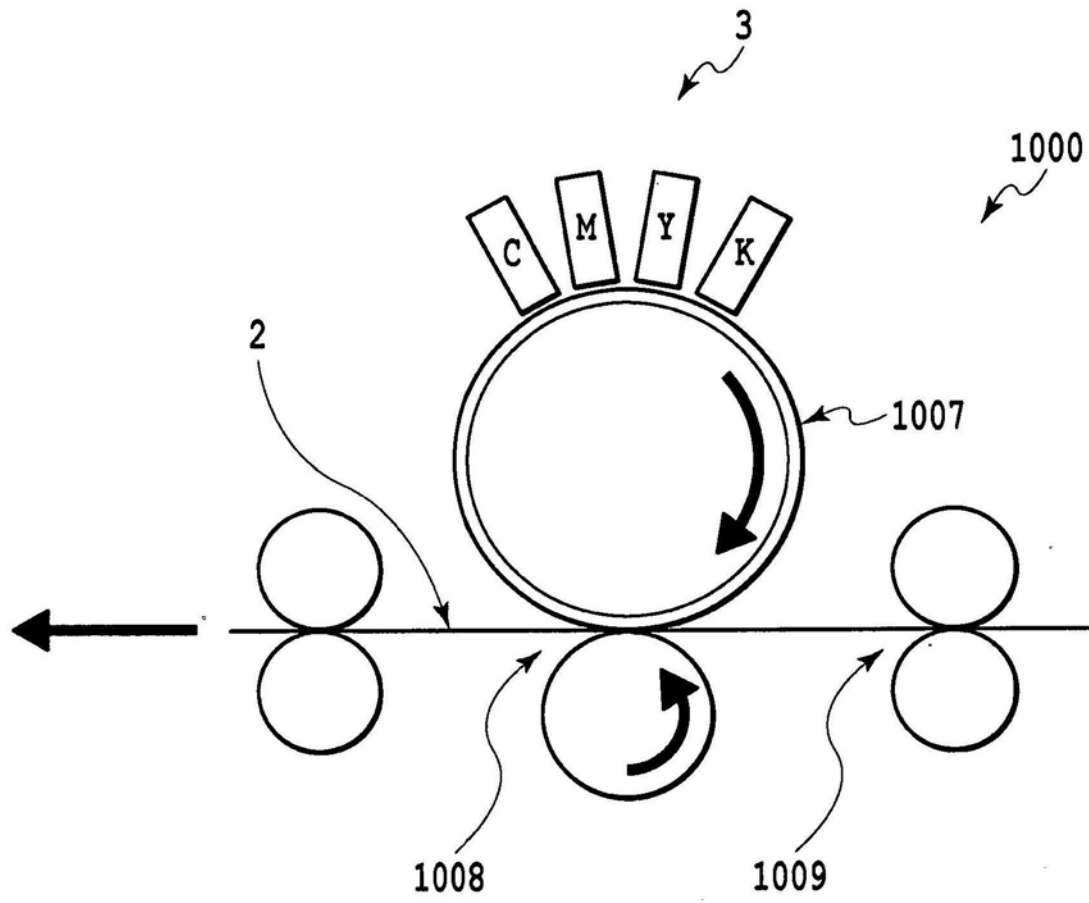


图51

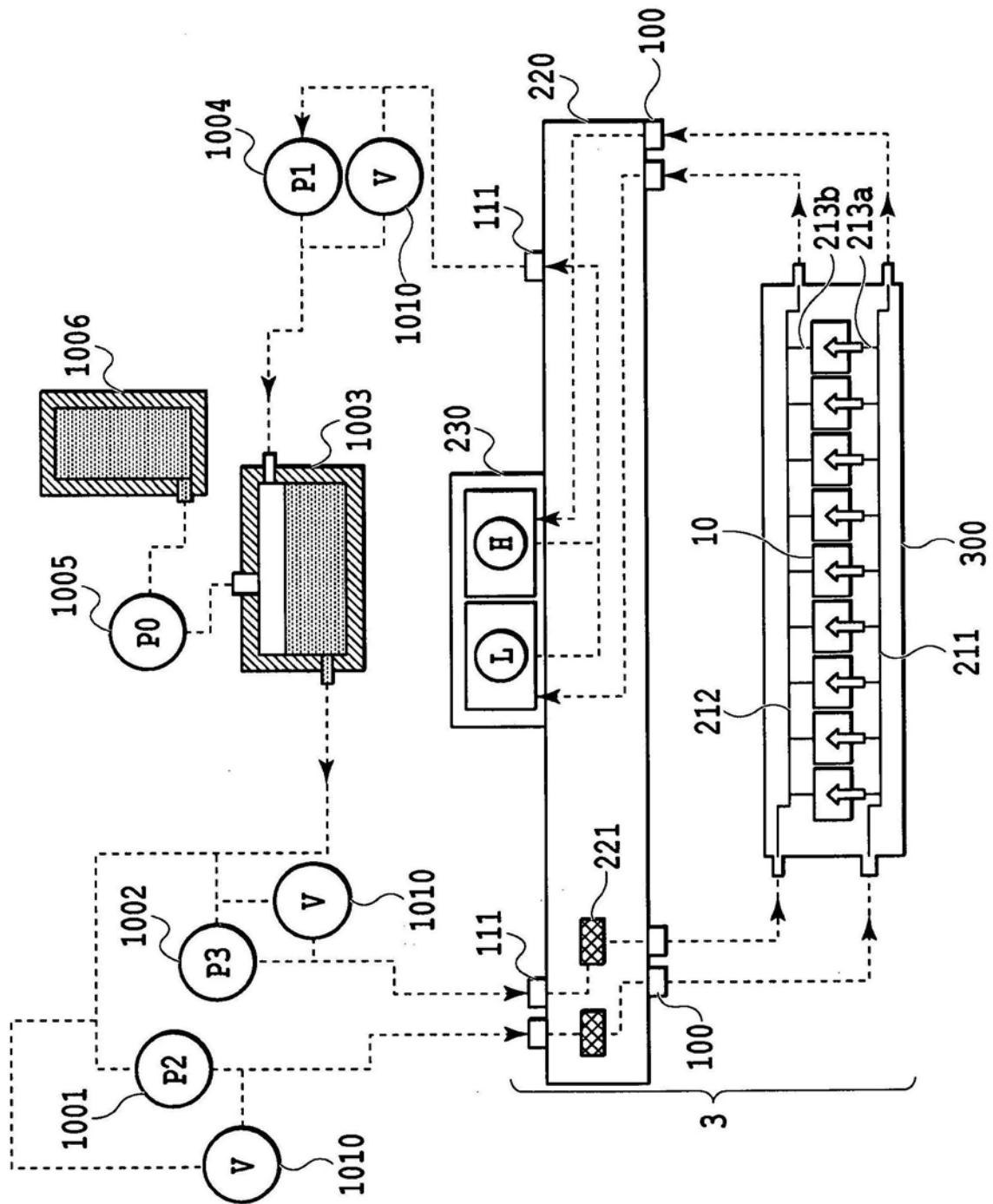


图52

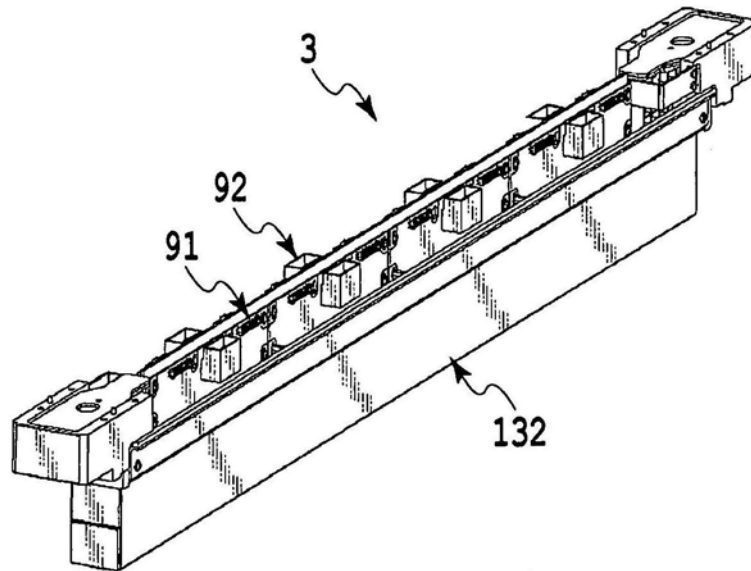


图53A

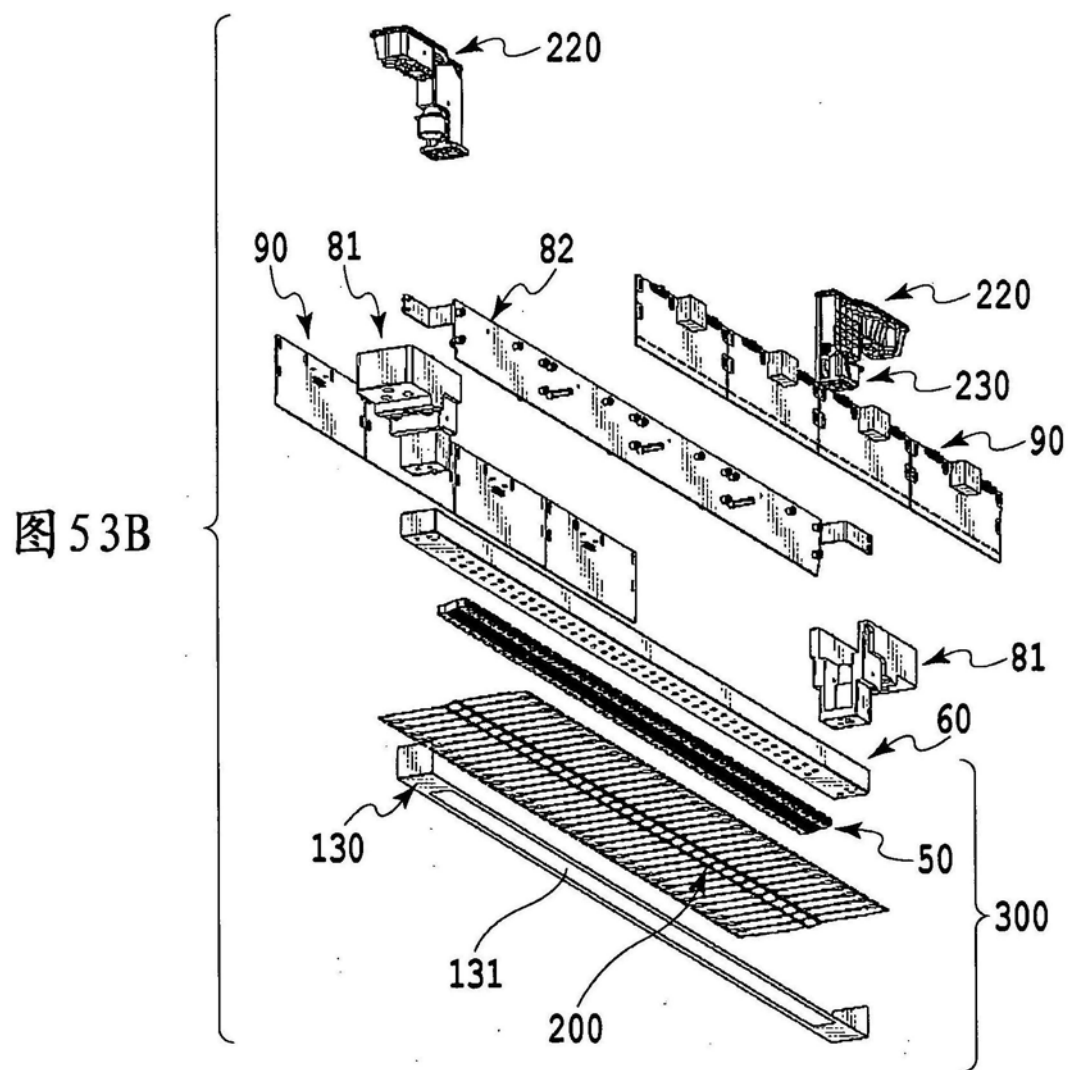


图53B

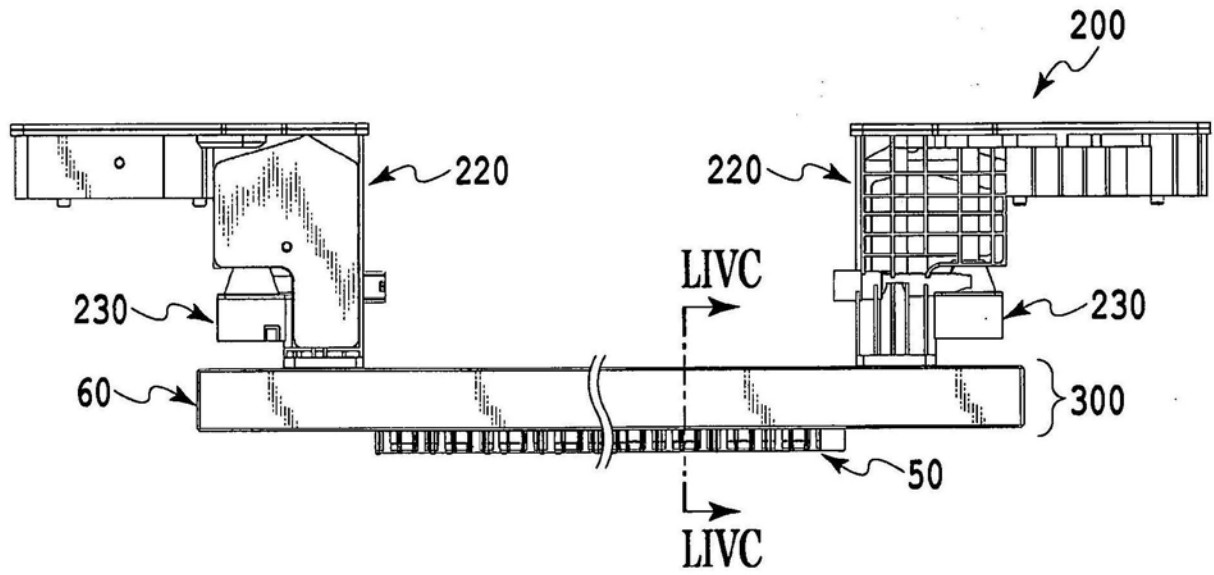


图54A

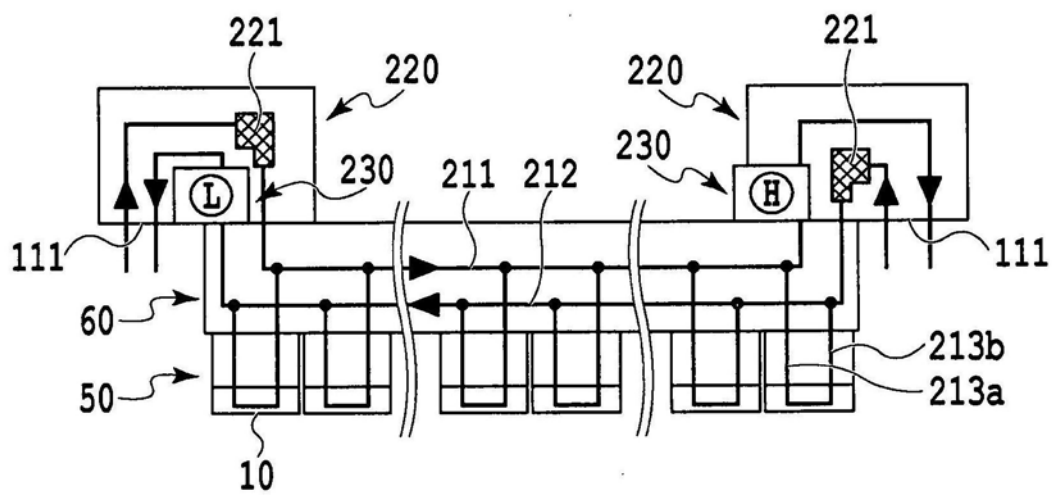


图54B

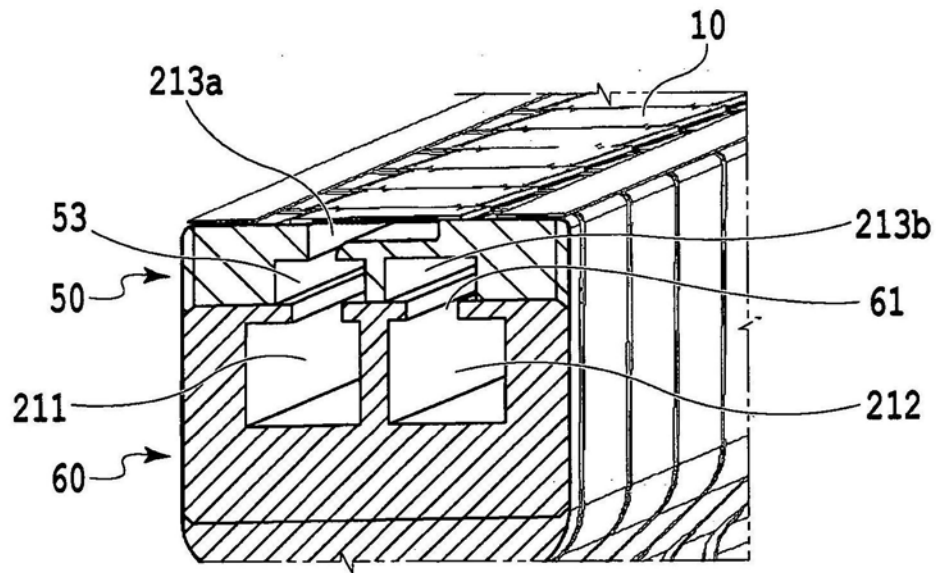


图54C