

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B41J 2/045 (2006.01)

B41J 2/055 (2006.01)

B41J 2/16 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03800100.4

[45] 授权公告日 2006年1月25日

[11] 授权公告号 CN 1238190C

[22] 申请日 2003.2.19 [21] 申请号 03800100.4

[30] 优先权

[32] 2002.2.19 [33] JP [31] 041296/02

[32] 2002.2.22 [33] JP [31] 046164/02

[32] 2002.9.26 [33] JP [31] 281139/02

[86] 国际申请 PCT/JP2003/001809 2003.2.19

[87] 国际公布 WO2003/070470 日 2003.8.28

[85] 进入国家阶段日期 2003.9.26

[71] 专利权人 兄弟工业株式会社

地址 日本爱知县名古屋市

[72] 发明人 坂井田惇夫 新海祐次 浅野武志

广田淳

审查员 王昉杰

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 谷惠敏 关兆辉

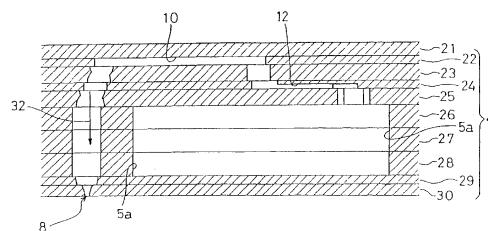
权利要求书 2 页 说明书 34 页 附图 24 页

[54] 发明名称

喷墨头和喷墨打印机

[57] 摘要

本发明的喷墨头具有：流路单元，包含多个压力室(10)；以及执行单元(21)，固定在上述流路单元的一个表面上，用于使多个压力室(10)的容积变化。执行单元(21)具有由4枚压电板(41~44)层叠而成的层叠结构，仅在最上层的压电板(41)上，独立电极在与各压力室(10)对应的位置上形成，上述最上层的压电板(41)位于执行单元(21)与流路单元固定的一侧的相反侧。在最上层的压电板(41)的流路单元一侧的表面上，形成有保持一定电位的共用电极(34)。



1. 一种喷墨头，其特征在于，具有：  
流路单元，包含一端与喷嘴连接、另一端与墨水供给源连接的多  
5 个压力室，上述多个压力室沿平面相互相邻配置；以及  
执行单元，固定在上述流路单元的一个表面上，用于使上述压力  
室的容积变化，  
上述执行单元包含：  
保持一定电位的共用电极；  
10 独立电极，配置在与各压力室对应的位置上，仅在上述执行单元  
的与上述流路单元之间的固定面的相反一侧的表面上形成；  
压电板，由上述共用电极和上述独立电极夹在中间；以及  
非活性层，由上述共用电极和上述流路单元夹在中间。
- 15 2. 根据权利要求 1 所述的喷墨头，其特征在于，  
上述执行单元包含：  
上述压电板，与上述独立电极和上述共用电极直接邻接；以及  
上述非活性层，具有比上述压电板大的膜厚。
- 20 3. 根据权利要求 2 所述的喷墨头，其特征在于，  
上述非活性层由多枚绝缘性板状部件层叠而成。
4. 根据权利要求 3 所述的喷墨头，其特征在于，上述多枚绝缘  
性板状部件实质上具有相同的膜厚。
- 25 5. 根据权利要求 4 所述的喷墨头，其特征在于，上述非活性层  
由 3 枚绝缘性板状部件层叠而成。
6. 根据权利要求 1 所述的喷墨头，其特征在于，上述非活性层  
30 由压电板构成。

7. 根据权利要求 1 所述的喷墨头，其特征在于，上述独立电极存在于上述执行单元的表面，上述共用电极存在于执行单元的内部。

5           8. 根据权利要求 1 所述的喷墨头，其特征在于，上述执行单元跨越多个压力室而配置。

9. 根据权利要求 1 所述的喷墨头，其特征在于，上述共用电极保持为接地电位。

10

10. 根据权利要求 1 所述的喷墨头，其特征在于，上述共用电极实质上覆盖上述压电板的整个表面。

15

11. 一种喷墨打印机，其特征在于，包含权利要求 1 所述的喷墨头。

## 喷墨头和喷墨打印机

## 5 技术领域

本发明涉及一种向印刷介质喷墨、进行印刷的喷墨头和包含该喷墨头的喷墨打印机。

## 背景技术

10 在喷墨打印机中，喷墨头向多个压力室分配从墨水容器供给的墨水，通过选择地向各压力室施加脉冲状的压力，从而从喷嘴喷出墨水。作为用于选择地向压力室施加压力的一种装置，有使用层叠有由陶瓷构成的多个压电板的执行单元。

15 作为所述喷墨头的一个例子，公知的是具有一个执行单元的喷墨头，该执行单元层叠有跨越多个压力室的多枚连续平板状的压电板，并且将其中至少一枚压电板夹在共用电极和独立电极之间，上述共用电极是多个压力室共用的并被保持为接地电位，上述独立电极配置在与各压力室对应的位置上。

20 被驱动电极和共用电极夹在中间并且在层叠方向上被极化的压电板部分作为活性层而工作，该活性层当被施加外部电场时，利用压电效应而变形。因此，当使位于其两侧的驱动电极成为与共用电极不同的电位时，活性层利用所谓的纵向压电效果而在压电板的层叠方向上  
25 伸缩。由此，可以改变压力室内的容积，使墨水从与压力室连通的喷嘴向印刷介质喷出。

但是，在上述技术所记载的喷墨头中，在被层叠的多枚压电板上形成独立电极。因此，为了制造该喷墨头，需要进行以下非常复杂的  
30 工艺，即需要形成通孔，以连接在平面图中位于重叠位置上的各独立

电极，并且需要在其内部埋设导电材料等。

因此，本发明的目的在于提供一种不需要在压电板上形成用于向独立电极提供驱动信号的通孔，从而能比较简单地制造的喷墨头。

5

#### 发明内容

本发明的喷墨头具有：流路单元，包含一端与喷嘴连接、另一端与墨水供给源连接的多个压力室，上述多个压力室沿平面相互相邻配置；以及执行单元，固定在上述流路单元的一个表面上，用于使上述压力室的容积变化。上述执行单元包含：保持一定电位的共用电极；独立电极，配置在与各压力室对应的位置上，仅在上述执行单元的与上述流路单元之间的固定面相反一侧的表面上形成；压电板，由上述共用电极和上述独立电极夹在中间；以及非活性层，由上述共用电极和上述流路单元夹在中间。此外，从另外的方面看，本发明提供一种包含上述喷墨头的喷墨打印机。

10  
15

根据本发明，由于在执行单元内部没有独立电极，所以不必进行象形成用于将在平面图中彼此重叠的多个独立电极互相连接的通孔那样的复杂工序，从而能容易地制造喷墨头。

20

本发明优选上述执行单元包含：上述压电板，与上述独立电极和上述共用电极直接邻接；以及上述非活性层，具有比上述压电板大的膜厚。

25

根据本发明，形成将包含活性层的压电板和比该压电板厚的非活性层层叠而成的结构，从而可以弥补压电板的脆性，提高执行单元的使用性能。因此，不必进行高精度的处理，就能容易地制造喷墨头。

此时，上述非活性层可以由多枚绝缘性板状部件层叠而成。

30

由此，可以防止由于墨水侵入到压电板而使被独立电极和共用电极夹在中间的活性层的耐电压性能降低或发生短路，所以可以抑制在执行单元上压电特性随位置而分布的现象。因此，可以获得喷墨特性与位置无关、均匀的喷墨头。

5

此时，上述多枚绝缘性板状部件可以实质上具有相同的膜厚。

由此，不需要对每个绝缘性板状部件进行改变膜厚的操作，容易地进行上述非活性层的膜厚调整，所以简化了非活性层的制造。

10

此外，本发明优选上述非活性层由压电板构成。

根据本发明，由于非活性层和包含活性层的层由相同的材料构成，所以简化了制造工序。

15

此外，本发明优选上述独立电极存在于上述执行单元的表面，上述共用电极存在于执行单元的内部。

根据本发明，简化了执行单元的制造工序。

20

此外，本发明优选上述执行单元跨越多个压力室而配置。

根据本发明，与对于每个压力室都设置执行单元情况相比，简化了喷墨头的结构和制造工序。

25

此外，本发明优选上述共用电极保持为接地电位。

由此，可以简化对共用电极的供电结构。

30

此外，本发明优选上述共用电极实质上覆盖上述压电板的整个表

面。

由此，可以提高压电板的强度，防止使用时的损伤等，并且可以提高执行单元的使用性能。

5

#### 附图说明

图 1 是包含本发明第一实施方式的喷墨头的喷墨打印机的简图。

图 2 是本发明第一实施方式的喷墨头的透视图。

图 3 是沿图 2 的 III-III 线的剖视图。

10 图 4 是包含在图 2 所示的喷墨头中的喷墨头主体的平面图。

图 5 是由图 4 所示的点划线所包围的区域的放大图。

图 6 是由图 5 所示的点划线所包围的区域的放大图。

图 7 是图 4 所示的喷墨头主体的局部剖视图。

图 8 是由图 5 所示的双点划线所包围的区域的放大图。

15 图 9 是图 4 所示的喷墨头主体的局部分解透视图。

图 10 是图 6 所示的区域中的执行单元的放大平面图。

图 11 是沿图 10 的 XI-XI 线的、图 4 所示的喷墨头主体的局部剖视图。

20 图 12 是表示在基于第一制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中，形成有标记的空腔板的平面图。

图 13 (A) 和图 13 (B) 分别是基于第一制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中的局部剖视图。

图 14 (A) 和图 14 (B) 分别是基于第一制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中的执行单元局部放大剖视图。

25 图 15 是在基于第一制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中，用于说明进行印刷的区域的平面图。

图 16 (A) 和图 16 (B) 分别是基于第二制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中的局部剖视图。

30 图 17 (A) 和图 17 (B) 分别是基于第二制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中的执行单元局部放大剖视图。

图 18 是在基于第二制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中，用于说明配置有金属掩模的区域的平面图。

图 19 (A) 和图 19 (B) 分别是基于第三制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中的局部剖视图。

5 图 20 是在基于第三制造方法的、图 4 所示的喷墨头的制造中间的一个过程中，用于说明配置有光致抗蚀剂的区域的平面图。

图 21 是第二实施方式的喷墨头主体的局部剖视图。

图 22 是第三实施方式的喷墨头主体的局部剖视图。

图 23 是第四实施方式的喷墨头主体的局部剖视图。

10 图 24 是第五实施方式的喷墨头主体的局部剖视图。

### 具体实施方式

#### (第一实施方式)

以下参照附图，对本发明的优选实施方式进行说明。

15

图 1 是包含了本发明第一实施方式所涉及的喷墨头的喷墨打印机的简图。图 1 所示的喷墨打印机 101 是具有 4 个喷墨头 1 的彩色喷墨打印机。在该打印机 101 中，分别构成有图中左方的送纸部 111 和图中右方的排纸部 112。

20

在打印机 101 内部，形成从送纸部 111 向排纸部 112 的纸张输送路径。在紧邻送纸部 111 的下游侧，配置有夹持并输送作为图像记录介质的纸张的一对送纸辊 105a、105b。借助于一对送纸辊 105a、105b，纸张从图中左方向右方输送。在纸张输送路径的中间部，配置有：两个

25 两个输送带辊 106、107；以及环绕的环形输送带 108，以架设在两个输送带辊 106、107 之间。对输送带 108 的外周面即输送面施加硅化处理，能使由一对送纸辊 105a、105b 输送的纸张借助于该粘着力而保持在输送带 108 的输送面上，同时能借助于一个输送带辊 106 向图中

30 顺时针方向（箭头 104 的方向）的旋转驱动而向下游侧（右方）传送。

30

在纸张相对于输送带辊 106 的插入和排出位置上，分别配置有压镇部件 109a、109b。压镇部件 109a、109b 用于将纸张压在输送带 108 的输送面上，使其可靠地粘附在输送面上，以使输送带 108 上的纸张不从输送面上浮起来。

5

在沿着纸张输送路径、紧邻输送带 108 的下游侧，设有剥离机构 110。剥离机构 110 被构成为，将粘附在输送带 108 的输送面上的纸张从输送面上剥离，然后向右方的排纸部 112 输送。

10

4 个喷墨头 1 在其下端具有喷墨头主体 1a。喷墨头主体 1a 分别具有矩形截面，并且彼此相邻配置，使得其长度方向成为与纸张输送方向垂直的方向（图 1 的纸面垂直方向）。即，该打印机 101 是行式打印机。4 个喷墨头主体 1a 的各底面与纸张输送路径相对，在它们的底面上设有喷嘴，该喷嘴形成具有微小孔径的多个喷墨口。从 4 个喷墨头主体 1a 分别喷出深红色、黄色、蓝绿色、黑色的墨水。

15

喷墨头主体 1a 被配置成，在其下表面和输送带 108 的输送面之间形成有少量间隙，在该间隙部分中形成有纸张输送路径。通过上述结构，当在输送带 108 上输送的纸张按顺序通过紧邻 4 个喷墨头主体 1a 的下方时，从喷嘴向该纸张的上表面即印刷面喷射各色墨水，从而可以在纸张上形成所要求的彩色图像。

20

喷墨打印机 101 具有维护单元 117，用于对喷墨头 1 自动地进行维护。在该维护单元 117 上设有用于覆盖 4 个喷墨头主体 1a 下表面的 4 个盖 116 和未图示的清洁机构等。

25

当利用喷墨打印机 101 进行印刷时，维护单元 117 位于送纸部 111 正下方的位置（退避位置）。当印刷结束并满足规定条件时（例如当印刷动作不进行的状态持续规定时间时，或对打印机 101 进行了断电操作时），维护单元 117 移动到紧邻 4 个喷墨头主体 1a 下方的位置，

30

在该位置（盖位置）上利用盖 116 分别覆盖喷墨头主体 1a 的下表面，防止喷墨头主体 1a 的喷嘴部分的墨水干燥。

5 输送带辊 106、107 和输送带 108 由机架 113 支持。机架 113 放置在配置在其下方的圆筒部件 115 上。圆筒部件 115 以安装在偏离其中心的位置上的轴 114 为中心，可以旋转。因此，当随着轴 114 的旋转，圆筒部件 115 的上端高度变化时，机架 113 相应地升降。在使维护单元 117 从退避位置向盖位置移动时，需要预先使圆筒部件 115 旋转适当的角度，从而使机架 113、输送带 108 和输送带辊 106、107 从  
10 图 1 所示的位置仅下降适当的距离，从而可以确保维护单元 117 移动用的空间。

在由输送带 108 所包围的区域内，配置有近似长方体形状（具有与输送带 108 相同的宽度）的导向件 121，该导向件 121 通过与位于  
15 与喷墨头 1 相对的位置即上侧的输送带 108 下表面接触，从内周侧支持该输送带 108。

以下，对本实施方式的喷墨头 1 的结构进行详细说明。图 2 是喷墨头 1 的透视图。图 3 是沿图 2 的 III-III 线的剖视图。如图 2 和图 3 所示，本实施方式的喷墨头 1 具有：喷墨头主体 1a，具有在一个方向（主扫描方向）上延伸的矩形平面形状；以及基部 131，用于支持喷墨头主体 1a。基部 131 除了支持喷墨头主体 1a 之外，还支持向独立电极 35  
20 （参照图 6）等供给驱动信号的驱动器 IC 132 和基板 133。

25 如图 2 所示，基部 131 由以下部分构成：基块 138，通过与喷墨头主体 1a 上表面部分地接合，而支持喷墨头主体 1a；以及支架 139，通过与基块 138 上表面部分地接合，而保持基块 138。基块 138 是具有与喷墨头主体 1a 的长度方向的长度大致相等的长度的近似长方体形状的部件。由不锈钢等金属材料构成的基块 138 具有作为加强支架  
30 139 的轻型结构体的功能。支架 139 由以下部分构成：支架主体 141，

配置在喷墨头主体 1a 侧；以及一对支架支持部 142，从支架主体 141 延伸到与喷墨头主体 1a 相反的一侧。一对支架支持部 142 均是平板状的部件，沿着支架主体 141 的长度方向隔开规定的间隔，并且彼此平行地设置。

5

在支架主体 141 的副扫描方向（与主扫描方向正交的方向）两端部，设有向下方突出的一对挡裙部 141a。其中，一对挡裙部 141a 均在支架主体 141 的长度方向的整个宽度上形成，所以在支架主体 141 的下表面，通过一对挡裙部 141a 而形成了近似长方体形状的槽部 141b。基块 138 被收容在该槽部 141b 内。基块 138 的上表面和支架主体 141 的槽部 141b 的底面通过接合剂而接合。基块 138 的厚度由于比支架主体 141 的槽部 141b 的深度稍大，所以基块 138 的下端部从挡裙部 141a 下方露出来。

15 在基块 138 的内部，作为向喷墨头主体 1a 供给墨水的流路，形成有在其长度方向上延伸的近似长方体形状的空隙（中空区域）即墨水积存处 3。在基块 138 的下表面 145 上，形成有与墨水积存处 3 连通的开口 3b（参照图 4）。该墨水积存处 3 通过未图示的供给管与打印机主体内的未图示的主墨水容器（墨水供给源）连接。因此，可以  
20 从主墨水容器向墨水积存处 3 适当补充墨水。

基块 138 的下表面 145 在开口 3b 的附近从周围向下方露出。从而，基块 138 仅在下表面 145 的开口 3b 附近部分 145a 处与喷墨头主体 1a 的流路单元 4（参照图 3）接触。因此，基块 138 的下表面 145  
25 的开口 3b 附近部分 145a 以外的区域与喷墨头主体 1a 隔离，在该隔离部分上配置有执行单元 21。

驱动器 IC 132 通过海绵等弹性部件 137 而被固定在支架 139 的支架支持部 142 的外侧面上。在驱动器 IC 132 的外侧面上，紧密配置有散热片 134。散热片 134 是近似长方体形状的部件，可使驱动器 IC 132  
30

产生的热量有效地散发。作为供电部件的柔性印刷电路板（FPC：Flexible Printed circuit）136与驱动器 IC 132连接。与驱动器 IC 132连接的 FPC 136通过锡焊而与基板 133和喷墨头主体 1a电连接。在驱动器 IC 132和散热片 134的上方、FPC 136的外侧，配置有基板 133。  
5 在散热片 134的上表面和基板 133之间、以及散热片 134的下表面和 FPC 136之间，分别通过密封部件 149而接合。

在支架主体 141的挡裙部 141a的下表面和流路单元 4的上表面之间，配置有将 FPC 136夹在中间的密封部件 150。即，FPC 136借助于密封部件 150而相对于流路单元 4和支架主体 141被固定。由此，  
10 可以防止喷墨头主体 1a过长时的弯曲、防止对执行单元 21和 FPC 136之间的连接部的应力作用，以及能可靠地保持 FPC 136。

如图 2所示，在沿着喷墨头 1的主扫描方向的下方角部附近，沿喷墨头 1的侧面等间隔地配置有 6个凸设部 30a。这些凸设部 30a是设在位于喷墨头主体 1a的最下层的喷嘴板 30（参照图 7）的副扫描方向两端部的部分。即，喷嘴板 30沿着凸设部 30a与该凸设部 30a之外的部分的边界线弯折 90度。凸设部 30a设在与用于打印机 101印刷的各种尺寸纸张的两端部附近对应的位置上。由于喷嘴板 30的弯折部分不是直角，而是弯成圆角形状，所以向与喷墨头 1接近方向输送来的纸张的前端部难以由于与喷墨头 1侧面接触而发生纸张堵塞即卡纸的现象。  
15  
20

图 4是喷墨头主体 1a的示意平面图。在图 4中，在基块 138内形成的墨水积存处 3由假想的虚线描绘。如图 4所示，喷墨头主体 1a形成在一个方向上（主扫描方向）延伸的矩形平面形状。喷墨头主体 1a具有形成有后述的多个压力室 10和喷嘴前端的喷墨口 8（参照图 5、图 6和图 7）的流路单元 4，在其上表面，接合有形成交错状、配置成 2列的多个梯形执行单元 21。各执行单元 21的平行对边（上边和下边）沿流路单元 4的长度方向而配置。相邻的执行单元 21的斜  
25  
30

边在流路单元 4 的宽度方向上彼此重叠。

5 与执行单元 21 的接合区域对应的流路单元 4 的下表面形成喷墨区域。在喷墨区域的表面上，如后所述，多个喷墨口 8 呈矩阵状地排列有多列。此外，在配置在流路单元 4 上方的基块 138 内，沿其长度方向形成有墨水积存处 3。墨水积存处 3 通过设在它的一端的开口 3a 而与墨水容器（未图示）连通，从而总是充满墨水。在墨水积存处 3 中，沿其延伸方向每 2 个开口 3b 成为一对，成交错状地设在没有设置执行单元 21 的区域中。

10

图 5 是图 4 中的点划线所包围的区域的放大图。如图 4 和图 5 所示，墨水积存处 3 通过开口 3b 与位于其下层的流路单元 4 内的歧管 5 连通。在开口 3b 中，设有捕获包含在墨水内的尘埃等用的过滤器（未图示）。歧管 5 的前端部分为 2 支，形成副歧管 5a。在一个执行单元 15 21 的下部，2 个副歧管 5a 分别从喷墨头 1 的长度方向上相邻的 2 个开口 3b 进入该执行单元 21。即，在 1 个执行单元 21 的下部，共计 4 个副歧管 5a 沿喷墨头 1 的长度方向延伸。各副歧管 5a 被从墨水积存处 3 供给的墨水充满。

20 图 6 是图 5 中的点划线所包围的区域的放大图。如图 5 和图 6 所示，在执行单元 21 的上表面，呈矩阵状规则地排列有平面形状为近似菱形的独立电极 35。此外，在与流路单元 4 的执行单元 21 相对应的喷墨区域的表面上，呈矩阵状规则地排列有多个喷墨口 8。在流路单元 4 内，分别呈矩阵状规则地排列有同时与各喷墨口 8 连通、平面 25 形状比独立电极 35 大一圈的近似菱形的压力室（空腔）10 和狭缝 12。压力室 10 形成在与独立电极 35 对应的位置上，在平面图中独立电极 35 被包含在压力室 10 的区域中。在图 5 和图 6 中，为了易于理解，在执行单元 21 内或流路单元 4 内用实线描绘出了应用虚线描绘的压力室 10 和狭缝 12。

30

图 7 是沿着图 4 描绘的喷墨头主体 1a 的压力室长度方向的局部剖视图。从图 7 可以看出，各喷墨口 8 形成纤细形状的喷嘴前端。各喷墨口 8 通过压力室 10（长度  $900\mu\text{m}$ 、宽度  $350\mu\text{m}$ ）和狭缝 12 而与副歧管 5a 连通。这样，在喷墨头 1 中形成从墨水容器经由墨水积存处 3、歧管 5、副歧管 5a、狭缝 12 和压力室 10 到达喷墨口 8 的墨水

5 水流路 32。

此外，从图 7 可以看出，压力室 10 和狭缝 12 被设置为不同的高度。由此，如图 6 所示，在位于执行单元 21 下方的、与喷墨区域对应的流路单元 4 内，可以将与 1 个压力室 10 连通的狭缝 12 配置在与该压力室相邻的压力室 10 在平面图中的相同位置上。其结果是，由于压力室 10 彼此紧挨在一起、高密度地排列，所以可以用较小占有面积的喷墨头 1 来实现高分辨率的图像印刷。

10

在图 5 和图 6 所描绘的平面内，压力室 10 沿打印头 1 的长度方向（第一排列方向）和从打印头 1 的宽度方向稍倾斜的方向（第二排列方向）等两个方向在喷墨区域内排列。第一排列方向和第二排列方向形成比直角稍小的角度  $\theta$ 。喷墨口 8 在第一排列方向上以 50dpi 排列。另一方面，压力室 10 在第二排列方向上以如下方式排列，使得在与一个执行单元 21 对应的喷墨区域内包含有 12 个压力室 10。由此，在喷墨头 1 的整个宽度内，在第一排列方向上相邻的两个喷墨口 8 之间的距离所间隔的范围内，存在 12 个喷墨口 8。在各喷墨区域的第一排列方向的两个端部（与执行单元 21 的斜边对应），由于与在喷墨头 1 宽度方向上相对的另一个执行单元 21 对应的喷墨区域形成互补关系，所以满足上述条件。因此，在本实施方式的喷墨头 1 中，伴随着纸张在喷墨头 1 宽度方向上相对移动，从排列在第一和第二排列方向上的多个喷墨口 8 顺次喷出墨滴，从而在主扫描方向上能以 600dpi 进行印刷。

15

20

25

以下参照图 8，对流路单元 4 的结构进行详细说明。图 8 是表示

30

压力室 10、喷墨口 8 和狭缝 12（限制流路）三者的位置关系的示意图。如图 8 所示，压力室 10 在第一排列方向上以规定间隔即 50dpi 呈列状排列。这样的压力室 10 的列在第二排列方向上排列成 12 列，在整体上，压力室 10 在与一个执行单元 21 对应的喷墨区域内 2 维地排列。

5

压力室 10 有两种，即喷嘴与图 8 中上侧的锐角部连接的压力室 10a 以及与下侧的锐角部连接的压力室 10b。多个压力室 10a 和多个压力室 10b 同时第一排列方向上排列，分别形成压力室列 11a、11b。

10

如图 8 所示，在与一个执行单元 21 对应的喷墨区域内，从图 8 中下侧开始顺次排列有两列压力室列 11a，与其上侧相邻排列有两列压力室列 11b。将这样的两列压力室列 11a 和两列压力室列 11b 共 4 列压力室列作为一组而形成的压力室列组，在与一个执行单元 21 对应的喷墨区域内，从下侧开始反复三次排列。连接各压力室列 11a、11b 中各压力室的上侧锐角部而形成的直线，与从上侧与该压力室列相邻的压力室列中的各压力室的下侧斜边交叉。

15

如上所述，从垂直于图 8 的纸面的方向看，与压力室 10 连接的喷嘴的配置位置不同的第一压力室列 11a 和第二压力室列 11b 每隔两列相邻排列，从而在整体上，压力室列规则地排列。另一方面，在将上述 4 列压力室列作为一组而形成的压力室列组中，喷嘴集中在中央区域排列。由此，如上所述，在将 4 列压力室列作为一组、从下侧开始反复三次配置压力室列组的情况下，在压力室列组与压力室列组之间的边界附近区域即由上述 4 列压力室列构成的压力室列组的两侧，形成不存在喷嘴的区域。在该区域中延伸设置有用于向各压力室 10 供给墨水的较宽的副岐管 5a。在本实施方式中，在与一个执行单元 21 对应的喷墨区域内，在第一排列方向上延伸设置有共计 4 条较宽的副岐管 5a，即在图中下侧一条，在最下侧的压力室列组和倒数第二的压力室列组之间有一条，在最上侧的压力室列组的两侧有两条。

20

25

30

如图 8 所示，与喷出墨水的喷墨口 8 连通的喷嘴，在第一排列方向上与该方向上规则地排列的压力室 10 对应，以 50dpi 的等间隔排列。此外，在与第一排列方向以角度  $\theta$  交叉的第二排列方向上，与 12 个压力室 10 规则地排列不同，如上所述，由于与这 12 个压力室 10 对应的 12 个喷嘴与是压力室 10 的上侧锐角部连通的喷嘴和与下侧锐角部连通的喷嘴，所以在第二排列方向上不是以一定间隔规则地排列。

另一方面，在喷嘴总是与压力室 10 的同侧的锐角部连通的情况下，喷嘴在第二排列方向上也以一定间隔规则地排列。即，在该情况下，喷嘴以如下方式排列，使得从图中下侧到上侧每上升一个压力室列，在第一排列方向上就位移相当于打印时的分辨率即 600dpi 的间隔。与此相对，在本实施方式中，由于将两列压力室列 11a 和两列压力室列 11b 共计 4 列压力室列作为一组，并从下侧开始反复三次排列该压力室列组，所以从图中下侧到上侧，每上升一个压力室列，喷嘴位置在第一排列方向上的位移不总是相同。

在本实施方式的喷墨头 1 中，研究在第一排列方向上具有相当于 50dpi 的宽度（约  $508.0\mu\text{m}$ ），在与该第一排列方向垂直的方向上延伸的带状区域 R。在该带状区域 R 中，在 12 列压力室列内的任何一列中都只存在一个喷嘴。即，在与一个执行单元 21 对应的喷墨区域内的任意位置，如果划分该带状区域 R，则在该带状区域 R 内总是分布 12 个喷嘴，上述 12 个喷嘴向在第一排列方向上延伸的直线上投影而得到的点的位置，以相当于印刷时的分辨率即 600dpi 的间隔而隔开。

25

属于一个带状区域 R 的 12 个喷嘴向在第一排列方向上延伸的直线上投影的位置，从左开始按顺序将上述 12 个喷嘴记为 (1) ~ (12)，此时，上述 12 个喷嘴从下开始按照 (1)、(7)、(2)、(8)、(5)、(11)、(6)、(12)、(9)、(3)、(10)、(4) 的顺序排列。

30

在具有上述结构的本实施方式的喷墨头 1 中，当适当驱动执行单元 21 内的活性层时，可以描画具有 600dpi 分辨率的文字和图形等。即，随着印刷介质的输送，顺次选择地驱动与 12 列压力室列对应的活性层，由此可以将特定的文字和图形印刷在印刷介质上。

5

例如，以下对以 600dpi 印刷在第一排列方向上延伸的直线的情况进行说明。首先，对喷嘴与压力室 10 的同侧锐角部连通的情况进行简单说明。在该情况下，对应于印刷介质的输送，从位于图 8 中最下侧的压力室列中的喷嘴开始喷墨，然后顺次选择属于与在上侧相邻的压力室列的喷嘴进行喷墨。由此，墨点向着第一排列方向以 600dpi 间隔而相邻地形成。最终，在整体上以 600dpi 的分辨率描绘出在第一排列方向上延伸的直线。

10

15

另一方面，在本实施方式中，从位于图 8 中最下侧的压力室列 11a 中的喷嘴开始喷墨，然后随着印刷介质的输送，顺次选择与在上侧相邻地压力室连通的喷嘴而进行喷墨。此时，由于从下侧到上侧每上升一个压力室列，喷嘴位置在第一排列方向上的位移不总是相同，所以随着打印介质的输送，沿第一排列方向而顺次形成的墨点不会以 600dpi 间隔形成等间隔。

20

25

即，如图 8 所示，对应于打印介质的输送，首先从与图中最下侧的压力室列 11a 连通的喷嘴（1）喷墨，在打印介质上以相当于 50dpi 的间隔（约  $508.0\mu\text{m}$ ）形成点阵。然后，随着印刷介质的输送，当直线的形成位置到达与从下面数第二个压力室列 11a 连通的喷嘴（7）的位置时，从该喷嘴（7）喷墨。由此，在从最初形成的墨点位置开始，在第一排列方向上位移了相当于 600dpi 间隔（约  $42.3\mu\text{m}$ ）的 6 倍距离的位置（约  $42.3\mu\text{m}\times 6 = \text{约 } 254.0\mu\text{m}$ ）上形成第二个墨点。

30

然后，随着印刷介质的输送，当直线的形成位置到达与从下面数第三个压力室列 11b 连通的喷嘴（2）的位置时，从喷嘴（2）喷墨。

由此，在从最初形成的墨点位置开始，在第一排列方向上位移了相当于 600dpi 间隔（约  $42.3\ \mu\text{m}$ ）的位置（约  $42.3\ \mu\text{m}$ ）上形成第三个墨点。然后，随着印刷介质的输送，当直线的形成位置到达从与下面数第四个压力室列 11b 连通的喷嘴（8）的位置时，从喷嘴（8）喷墨。

5 由此，在从最初形成的墨点位置开始，在第一排列方向上位移了相当于 600dpi 间隔（约  $42.3\ \mu\text{m}$ ）7 倍距离的位置（约  $42.3\ \mu\text{m} \times 7 = \text{约 } 296.3\ \mu\text{m}$ ）上形成第四个墨点。然后，随着印刷介质的输送，当直线的形成位置到达与从下面数第五个压力室列 11a 连通的喷嘴（5）的位置时，从喷嘴（5）喷墨。由此，在从最初形成的墨点位置开始，在第一排列方向上位移了相当于 600dpi 间隔（约  $42.3\ \mu\text{m}$ ）4 倍距离的位置（约  $42.3\ \mu\text{m} \times 4 = \text{约 } 169.3\ \mu\text{m}$ ）上形成第五个墨点。

10

以下同样，顺次选择与位于从图中下侧到上侧的压力室 10 连通的喷嘴，同时形成墨点。此时，如果设图 8 所示的喷嘴的编号为 N，

15 则在从最初形成的墨点位置开始，在第一排列方向上位移了相当于（倍率  $n=N-1$ ） $\times$ （相当于 600dpi 的间隔）的距离的位置上形成墨点。最终，当选择完 12 个喷嘴时，通过图中最下侧的压力室列 11a 中的喷嘴（1）以相当于 50dpi 的间隔（约  $508.0\ \mu\text{m}$ ）形成的墨点之间，由每隔相当于 600dpi 的间隔（约  $42.3\ \mu\text{m}$ ）形成的 12 个墨点连接起来，

20 从而能在整体上以 600dpi 的分辨率描绘出在第一方向上延伸的直线。

以下，对本实施方式的喷墨头 1 的剖面结构进行说明。图 9 是图 4 所示的喷墨头主体 1a 的局部分解透视图。如图 7 和图 9 所示，喷墨头 1 的底部侧的主要部分具有由共计 10 枚板材层叠而形成的层叠结构，上述 10 枚板材从上开始依次为：执行单元 21、空腔板 22、基板 23、狭缝板 24、供应板 25、歧管板 26、27、28、盖板 29 和喷嘴板 30。

25 其中，流路单元 4 由除执行单元 21 之外的 9 枚板构成。

如后面的详细说明，执行单元 21 层叠有 4 枚压电板 41~44（参照图 11），并且形成如下的层（以下简称为具有活性层的层），该层具

30

有通过配置电极，当在最上层施加电场时成为活性层的部分，其余的三层形成非活性层。空腔板 22 是设有与压力室 10 对应的多个近似菱形的开口的金属板。基板 23 是相对于空腔板 22 的一个压力室 10，分别设有压力室 10 和狭缝 12 之间的连络孔以及从压力室 10 到喷墨口 8 的连络孔的金属板。狭缝板 24 是对于空腔板 22 的一个压力室 10，除了狭缝 12 之外，还分别设有从压力室 10 到喷墨口 8 的连络孔的金属板。供应板 25 是对于空腔板 22 的一个压力室 10，分别设有狭缝 12 和副歧管 5a 之间的连络孔和从压力室 10 到喷墨口 8 的连络孔的金属板。歧管板 26、27、28 是除了副歧管 5a 之外，对于空腔板 22 的一个压力室 10，还分别设有从压力室 10 到喷墨口 8 的连络孔的金属板。盖板 29 是对于空腔板 22 的一个压力室 10，分别设有从压力室 10 到喷墨口 8 的连络孔的金属板。喷嘴板 30 是对于空腔板 22 的一个压力室 10，分别设有具有喷嘴功能的纤细的喷墨口 8 的金属板。

上述 10 枚板 21~30 彼此对齐而层叠，以形成如图 7 所示的墨水流程 32。该墨水流程 32 首先从副歧管 5a 开始向上，然后在狭缝 12 中水平延伸，从该处开始再向上，然后在压力室 10 中再次水平延伸，从该处开始在稍偏离狭缝 12 的方向上向斜下方，然后垂直向下到喷墨口 8。

以下，对执行单元 21 的详细结构进行说明。图 10 是执行单元 21 的放大平面图。图 11 是沿着图 10 的 XI-XI 线的喷墨头 1 的局部剖视图。

如图 10 所示，在执行单元 21 的上表面，在平面图中实质上与各压力室 10 重合的位置上，分别设有厚度  $1.1\mu\text{m}$  左右的独立电极 35。独立电极 35 由近似菱形的主电极部 35a 和从主电极部 35a 的一个锐角部开始连续形成的、比主电极部 35a 小的近似菱形的辅助电极部 35b 构成。主电极部 35a 具有比压力室 10 小一圈并且相近似的形状，在平面图中被压力室 10 收容在其中。此外，辅助电极部 35b 在平面图中，其大部分区域从压力室 10 中露出来。在执行单元 21 上表面除独

立电极 35 以外的区域中，后述的压电板 41 露出来。

如图 11 所示，执行单元 21 包含厚度分别为  $15\mu\text{m}$  左右的同样形成的 4 枚压电板 41、42、43、44。在执行单元 21 上，贴附有用于供给信号的 FPC 136，该信号控制独立电极 35 和共用电极 34 的电位。压电板 41~44 形成连续的层状平板（连续平板层），以跨越在喷墨头 1 内的一个喷墨区域内形成的多个压力室 10 而配置。由于压电板 41~44 作为连续平板层而跨越多个压力室 10 配置，所以可以通过使用例如网板（screen）印刷技术来高密度地配置独立电极 35。因此，也能高密度地配置形成在与独立电极 35 对应的位置上的压力室 10，从而可以进行高分辨率图像的印刷。在本实施方式中，压电板 41~44 由具有强电介性的锆钛酸铅（PZT）系列的陶瓷材料构成。在图 11 中，FPC 136 和压电板 41 被描画为彼此在整个表面上接合，但实际上两者仅在各独立电极 35 的辅助电极部 35b 处接合，在图 22 和图 32 中也同样如此。

在位于最上层的压电板 41 和在其下方相邻的压电板 42 之间，存在在整个板表面形成的、厚度  $2\mu\text{m}$  左右的共用电极 34。由此，可以提高压电板的强度，防止使用时造成损伤等，并且可以提高执行单元 21 的使用性能。此外，如上所述，在执行单元 21 的上表面即压电板 41 的上表面，对于每个压力室 10 形成有独立电极 35，该独立电极 35 由具有与压力室 10 相似的平面形状（长度  $850\mu\text{m}$ 、宽度  $250\mu\text{m}$ ）并且层叠方向上的投影区域包含在压力室区域中的主电极部 35a 和比主电极部 35a 小的近似菱形的辅助电极部 35b 构成。并且，在压电板 43 和压电板 44 之间以及压电板 42 和压电板 43 之间，分别存在用于加强执行单元 21 的加强用金属膜 36a、36b。加强用金属膜 36a、36b 与共用电极 34 一样，在整个板表面上形成并且具有与共用电极 34 大致相同的厚度。在本实施方式中，独立电极 35 由层叠金属材料构成，该层叠金属材料在基底形成 Ni（膜厚  $1\mu\text{m}$  左右）、在表层形成 Au（膜厚  $0.1\mu\text{m}$  左右），共用电极 34 和加强用金属膜 36a、36b 由 Ag-Pd 系

列的金属材料构成。加强用金属膜 36a、36b 不起到电极的作用，所以不是必须设置的，但通过设置加强用金属膜 36a、36b，可以弥补烧结后的压电板 41~44 的脆性，从而可以得到压电板 41~44 易于操控的优点。

5

共用电极 34 在未图示的区域内通过 FPC 136 而接地。由此，共用电极 34 在与所有压力室 10 对应的区域内保持相等的接地电位。此外，独立电极 35 为了能对应于各压力室 10 选择地控制电位，在近似菱形的辅助电极部 35b 处，每个独立电极 35 都独立地与在 FPC 136 内布线的引线（未图示）电连接，通过该引线与驱动器 IC 132 连接。由此，在本实施方式中，在平面图中位于压力室 10 外侧的辅助电极部 35b 处，通过连接独立电极 35 和 FPC 136，不会妨碍执行单元 21 在层叠方向上的变形，从而可以增大压力室 10 的容积变化量。可以形成多个对应于每个压力室 10 并且比压力室 10 大的共用电极 34，以使共用电极 34 在层叠方向上的投影区域包含压力室区域，或者形成多个对应于每个压力室 10 并且比压力室 10 稍小的共用电极 34，以使其投影区域包含在压力室区域中。但是，此时共用电极彼此需要电连接，以使与压力室 10 对应的部分均为同一电位。

20

在本实施方式的喷墨头 1 中，压电板 41~44 的极化方向为其厚度方向。即，执行单元 21 将最上侧（即最远离压力室 10 一侧）的压电板 41 作为具有活性层的层，并且将下侧（即靠近压力室 10 一侧）的 3 枚压电板 42~44 作为非活性层，从而形成所谓的单态型（unimorph）结构。因此，当使独立电极 35 为正或负的规定电位时，如果电场和极化为相同方向，则压电板 41~43 中的被夹在电极中的部分作为活性层而工作，根据横向压电效应而向与极化方向成直角的方向收缩。另一方面，由于压电板 42~44 不受电场的影响，所以不会自发地收缩，从而在最上层的压电板 41 和下层的压电板 42~44 之间，产生向垂直于极化方向的形变差，使压电板 41~44 整体向非活性侧凸出而变形（单态变形）。此时，如图 11 所示，压电板 41~44

30

的下表面固定在分隔压力室的隔壁（空腔板）22 的上表面上，所以结果使压电板 41~44 向压力室侧凸出而变形。因此，压力室 10 的容积减小，墨水压力上升，从而墨水从喷墨口 8 喷出。然后，当使独立电极 35 恢复与共用电极 34 相同的电位时，压电板 41~44 恢复原来的形状，压力室 10 的容积恢复原来的容积，从而从歧管 5 侧吸入墨水。

作为另一种驱动方法，可以预先使独立电极 35 成为与共用电极 34 不同的电位，在每次有喷墨请求时，使独立电极 35 暂时成为与共用电极 34 相同的电位，然后以规定的定时再次使独立电极 35 成为与共用电极 34 不同的电位。在该情况下，在独立电极 35 和共用电极 34 成为相同电位的时刻，压电板 41~44 恢复原来的形状，压力室 10 的容积与初始状态（两电极的电位不同的状态）相比增大，从而墨水从歧管 5 侧被吸入压力室 10 内。然后，在使独立电极 35 再次成为与共用电极 34 不同的电位的时刻，压电板 41~44 向压力室 10 侧凸出而变形，压力室 10 的容积减小，从而墨水压力上升，墨水被喷出。

此外，如果施加在压电板 41~44 上的电场方向和极化方向相反，则根据横向压电效应，被独立电极 35 和共用电极 34 夹在中间的压电板 41 内的活性层向与极化方向成直角的方向伸长。因此，压电板 41~44 向压力室 10 侧凹陷而变形。因此，压力室 10 的容积增大，从而从歧管 5 侧吸入墨水。然后，如果独立电极 35 恢复原来的电位，则压电板 41~44 恢复原来的平板形状，压力室 10 的容积恢复原来的容积，所以从喷墨口 8 喷出墨水。

这样，本实施方式的喷墨头 1 的仅执行单元 21 最外层、距离压力室最远的压电板 41 中包含有活性层，并且仅在其外侧面（上表面）上形成有独立电极 35。因此，在制造执行单元 21 时，不必形成用于在平面图中重叠设置的独立电极彼此连接的通孔，所以容易制造。

此外，本实施方式的喷墨头 1 在距离压力室 10 最远的、包含活

性层的压电板 41 和流路单元 4 之间，配置有 3 枚作为非活性层的压电板 42、43、44。这样，相对于包含 1 层活性层的压电板，形成 3 层非活性层，从而可以使压力室 10 的容积变化量较大，因此在实现独立电极 35 的驱动电压的低电压化的同时，可以实现压力室 10 的小型化和高集成化，这已经由本发明人进行了验证。此外，执行单元 21 形成层叠了比包含活性层的压电板 41 厚的非活性层的结构，从而可以弥补压电板 41 的脆性，提高执行单元 21 的使用性能。因此，即使不进行高精度地处理，也能容易地制造喷墨头 1。

在喷墨头 1 中，由于存在活性层的压电板 41 和作为非活性层的压电板 42~44 以相同的材料形成，所以不需要更换材料的工序，从而能以较简单的工序进行制造。因此，预期可以降低制造成本。此外，包含活性层的压电板 41 和作为非活性层的压电板 42~44 实质上均具有相同的厚度，所以可以简化制造工序，降低成本。其原因是，在层叠构成压电板的陶瓷材料时，可以简单地进行厚度调整工序。此外，由于非活性层是由 3 枚压电板 42~44 层叠而成，所以可以防止由于墨水侵入到压电板 41 而造成由独立电极 35 和共用电极 34 夹在中间的活性层的耐电压能力下降或短路，从而可以抑制在执行单元 21 上压电特性随位置而分布的现象。因此，可以获得喷墨特性与位置无关、均匀的喷墨头 1。

此外，采用喷墨头 1，利用共用电极 34 和独立电极 35 将压电板 41 夹在中间，可以借助于压电效应容易地使压力室 10 的容积变化。此外，由于包含活性层的压电板 41 是连续平板层，所以容易制造。

此外，本实施方式的喷墨头 1 具有将靠近压力室 10 的压电板 42~44 作为非活性层，将远离压力室 10 的压电板 41 作为包含活性层的层的单态结构的执行单元 21。因此，可以借助于压电效应使压力室 10 的容积变化量变大，与压力室 10 一侧为包含活性层的层、其相反侧为非活性层的喷墨头相比，可以实现施加在独立电极 35 上的电压的

低电压化和/或压力室 10 的高集成化。由于实现了施加电压的低电压化，所以能使驱动独立电极 35 的驱动器 IC 小型化并降低成本，并且即使压力室 10 小型化、高集成化，也能喷出充足的墨水，从而可以实现喷墨头 1 的小型化和印刷墨点的高密度配置。

5

以下参照图 12~图 15，对图 4 所示的喷墨头 1 的第一制造方法进行说明。

10 为了制造喷墨头 1，首先分别同步地制造流路单元 4 和执行单元 21，然后将两者接合起来。为了制造流路单元 4，对构成流路单元 4 的各板 22~30 施行将被构图的光致抗蚀剂（photo resist）作为掩模的蚀刻，在各板 22~30 上分别形成图 7 和图 9 所示的开孔和凹部。特别是，在本制造方法中，如图 12 所示，在空腔板 22 上形成压力室 10 时，通过与此同时进行的蚀刻工序，形成圆形的标记（空腔位置识别  
15 标记）55。即，将光致抗蚀剂作为掩模，对空腔板 22 施行蚀刻，该光致抗蚀剂在与压力室 10 和标记 55 对应的部分上具有开孔。设置标记 55 用于确定后述的独立电极 35 的印刷位置，例如在喷墨区域以外，在空腔板 22 的长度方向上每隔规定的间隔，形成在空腔板 22 的宽度方向上分离的 2 处标记 55。标记 55 可以是开孔，也可以是凹部。在  
20 图 12 中，仅示出了多个压力室 10 中的一部分压力室 10。

25 作为变形例，标记 55 可以在与用于形成压力室 10 的蚀刻工序不同的工序中形成，即将另外的光致抗蚀剂作为掩模而形成标记 55。但是，通过同时进行用于形成标记 55 的蚀刻工序与用于形成压力室 10 的蚀刻工序，可以提高标记 55 相对于压力室 10 的位置精度，如后所述，可以获得提高独立电极 35 和压力室 10 之间的位置精度的优点。

30 此外，对于除了空腔板 22 之外的 8 枚板 23~30，也通过蚀刻形成开孔。然后，为了形成墨水流路 32，在 9 枚板 22~30 之间涂覆接合剂并使上述板重叠、接合，从而制造流路单元 4。

另一方面，为了制造执行单元 21，首先在构成压电板 44 的陶瓷材料的基板（green sheet）上图形印刷构成加强用金属膜 36a 的导电性软膏（paste）。同时，在构成压电板 43 的陶瓷材料的基板上图形印刷构成加强用金属膜 36b 的导电性软膏，并且在构成压电板 42 的陶瓷材料的基板上图形印刷构成共用电极 34 的导电性软膏。然后，利用夹具，使 4 枚压电板 41~44 对齐并且重合，然后以规定的温度焙烧所得到的层叠物。由此，在位于最上层的压电板 41 的下表面形成共用电极 34，从而形成不含独立电极的层叠物（压电板含有体）。

10

然后，利用接合剂将按照上述方法制造的构成执行单元 21 的层叠物与流路单元 4 接合，使得压电板 44 与空腔板 22 接触。此时，根据分别在流路单元 4 的空腔板 22 表面和压电板 41 表面上形成的、用于对齐的标记 55、55a（参照图 15），两者被接合。由于构成执行单元 21 的层叠物上尚未形成独立电极，所以该对齐并不要求很高的精度。图 13（A）示出了在该时刻的喷墨头的对应于图 11 的主要部分剖视图，图 14（A）示出了图 13（A）中点划线所包围的区域的局部放大图。压电板 41 上的标记 55a 的形成可以在压电板 41~44 的焙烧之前进行，也可以在之后进行。

20

然后，如图 13（B）和图 15 所示，对在空腔板 22 上形成的标记 55 进行光学识别，以被识别的标记 55 的位置为基准，在压电板 41 的上述位置上分别图形印刷构成独立电极 35 的导电性软膏 39。此时，在图 14 中示出了图 13（B）的点划线所包围的区域的局部放大图。

25

然后，进行烧结工序，使软膏 39 烧结。由此，在压电板 41 上形成独立电极 35，从而制造了执行单元 21。在此时进行的烧结工序中，作为使流路单元 4 和构成执行单元 21 的层叠物接合的接合剂，需要使用其耐热温度大于烧结按照独立电极 35 图形而印刷的软膏 39 时的烧结温度，或者作为软膏 39 的材料，使用其烧结温度小于使流路单

30

元 4 和执行单元 21 接合的接合剂的耐热温度的材料。

然后，通过锡焊使用于向独立电极 35 供给电信号的 FPC 136 与执行单元 21 电连接，并且经过规定的工序而完成喷墨头 1 的制造。

5 此外，通过使 FPC 136 内的布线与共用电极 34 连接，而使共用电极 34 保持接地电位，但在这里不详细说明。

在上述喷墨头的制造方法中，通过对根据在具有压力室 10 的流路单元 4 一侧形成的标记 55 而进行图形印刷的软膏 39 进行焙烧，而形成独立电极 35 的图形，所以与将预先形成有独立电极的执行单元接合在流路单元上的情况相比，提高了在压电板 41 上形成的独立电极 35 相对于压力室 10 的位置精度。由此，可以获得喷墨性能均一性良好的喷墨头，并且可以容易实现喷墨头 1 的长尺寸化。即，象本实施方式的喷墨头 1 那样，可以仅使用一个与流路单元 4 长度相同的较长的执行单元 21，而不是设置多个执行单元 21，将这些执行单元 21 排列在流路单元 4 长度方向上。

此外，在本制造方法中，如上所述，将压电板 41~44 和流路单元 4 接合起来，然后进行软膏 39 的印刷和焙烧，所以执行单元 21 的使用性能非常容易。而且，可以使用在形成共用电极 34 时使用的印刷机来印刷独立电极 35，所以可以降低制造成本。

此外，在本制造方法中，在层叠压电板 41~44 时，在相邻的压电板之间不形成独立电极，即仅将距离压力室 10 最远的压电板 41 作为包含活性层的层，所以不必在压电板 41~44 上形成用于对在平面图中重叠设置的独立电极进行彼此连接的通孔。因此，如上所述，采用本制造方法，可以通过较简单的工序来制造低成本的喷墨头 1。

此外，在本制造方法中，层叠 4 枚压电板 41~44，仅将其中最上层的压电板 41 作为包含活性层的层，将其余的 3 枚压电板 42~44

作为非活性层。采用这样制造的喷墨头 1，如上所述，可以使压力室 10 的容积变化量较大，因此在实现独立电极 35 的驱动电压的低电压化的同时，可以实现压力室 10 的小型化和高集成化。

5            作为变形例，可以在对包含压电板 41~44 的层叠物进行焙烧之后，在压电板 41 上形成标记 55a 和独立电极 35，然后使执行单元 21 和流路单元 4 贴合在一起。该标记 55a 和独立电极 35 通过在导电性软膏的图形印刷之后进行焙烧工序而形成。如果预先在压电板 41 上形成标记 55a，则也可以根据该标记 55a 来形成独立电极 35。无论哪  
10            一种情况，焙烧而成的层叠物（压电板 41~44）的尺寸在构成独立电极 35 的软膏的焙烧时都几乎不变。因此，如果使流路单元 4 上的标记 55 和压电板 41 上的标记 55a 对齐，使得两者成为规定的位置关系，则在整个执行单元 21 上，可以使独立电极 35 和形成在流路单元 4 上的压力室 10 高精度地对齐。此外，采用该变形例，在使执行单元 21  
15            和流路单元 4 贴合之后，不必进行用于焙烧独立电极 35 的加热处理，所以具有用于使执行单元 21 和流路单元 4 贴合的接合剂的选择自由度增大的优点。

          此外，如上所述，通过设置加强用金属膜 36a、36b，可以弥补压  
20            电板 41~44 的脆性，提高压电板 41~44 的使用性能，但加强用金属膜 36a、36b 不是必须设置的。例如，如果执行单元 21 的尺寸为 1 英寸左右，则即使不设置加强用金属膜 36a、36b，也不会损害压电板 41~44 的使用性能。

25            此外，在本实施方式中，如上所述，仅在压电板 41 上形成独立电极 35。另一方面，如果在压电板 41 以外的压电板 42~44 上也形成独立电极，则必须在压电板 41~44 的层叠和焙烧前，在所希望的压电板 41~44 上印刷上述独立电极。由于压电板 41~44 在焙烧时产生收缩，所以压电板 42~44 上的独立电极的位置精度和压电板 41 上的  
30            独立电极 35 的位置精度产生偏差。但是，在本实施方式中，由于仅

在压电板 41 上形成独立电极 35，所以不会产生上述位置精度的偏差，独立电极 35 可以与对应的压力室 10 高精度地对齐。

以下参照图 16~图 18，对喷墨头 1 的第二制造方法进行说明。

5 该第二制造方法到图 13 (A) 所示的接合工序为止，与第一制造方法的相同，这里省略其说明。

10 实现，从进行接合工序的图 13 (A) 所示的状态开始，对在空腔板 22 上形成的标记 55 进行光学识别，以被识别的标记 55 的位置为基准，在压电板 41 的上方配置金属掩模 61。该金属掩模 61 如图 18 所示，与独立电极 35 相同形状的开孔 61a 与独立电极 35 同样进行矩阵排列而形成多个。金属掩模 61 根据标记 55，利用夹具进行对齐，使得开孔 61a 的位置与应形成独立电极 35 的位置一致。金属掩模 61 的开孔 61a 可以预先通过将光致抗蚀剂用作掩模的蚀刻而形成。图 16  
15 (A) 示出了该时刻的喷墨头的与图 11 对应的主要部分剖视图，图 17 (A) 示出了图 16 (A) 的点划线所包围的区域的局部放大图。

20 然后，如图 16 (B) 和作为图 16 (B) 的点划线所包围的区域的局部放大图的图 17 (B) 所示，利用 PVD (Physical Vapor Deposition: 物理气相沉积法) 工艺，在从金属掩模 61 的开孔 61a 露出来的压电板 41 上形成作为独立电极 35 的导电膜图形。作为 PVD 的替代，也可以利用 CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学气相沉积法) 形成独立电极 35 的图形。此外，可以利用 PVD，同时形成构成独立电极 35 的导电膜的基底的 Ni 和表层的 Au，也可以利用 PVD 形成基底 Ni、  
25 利用电镀形成表层 Au。

然后，将金属掩模 61 从流路单元 4 上移走，然后将用于向独立电极 35 供给电信号的 FPC 136 贴附在执行单元 21 上，进而利用规定的工序完成喷墨头 1 的制造。

30

这样，在本制造方法中，使用金属掩模 61，通过 PVD 工艺形成独立电极 35 的图形，该金属掩模 61 是根据在具有压力室 10 的流路单元 4 一侧形成的标记 55 而配置的，所以与将预先形成有独立电极的执行单元与流路单元接合在一起的情况相比，提高了在压电板 41 上形成的独立电极 35 相对于压力室 10 的位置精度。由此，可以形成喷墨性能的均一性优良的喷墨头 1，并且能容易地实现喷墨头 1 的长尺寸化。

此外，为了通过 PVD 工艺形成独立电极 35，与印刷软膏的情况不同，不必进行高温处理，所以如上所述，可以在使压电板 41~44 和流路单元 4 接合起来之后，进行独立电极 35 的形成和构图。因此，可以非常容易地进行执行单元 21 的处理。

此外，采用本制造方法，与在第一制造方法中进行的印刷的情况不同，不必考虑接合剂的耐热温度和导电性软膏的烧结温度，所以接合剂和导电性软膏的材料选择的范围宽。

此外，在本制造方法中，通过 PVD 工艺仅形成。即，独立电极 35 与共用电极 34 和加强用金属膜 36a、36b 不同，不是与构成压电板 41~44 的陶瓷材料一起焙烧。因此，不必担心露出到外部的独立电极 35 由于焙烧时的高温加热而蒸发。此外，由于通过 PVD 工艺形成独立电极 35，所以可以使其膜厚形成得较薄。这样，在喷墨头 1 中，通过使位于最上层的独立电极 35 形成得较薄，包含活性层的压电板 41 的位移难以被独立电极 35 限制，从而提高了喷墨头 1 中的压力室 10 的容积变化量。

在本制造方法中，例如可以利用电镀来形成独立电极 35，以代替 PVD。在该情况下，作为金属掩模 61 的替代，将光致抗蚀剂涂覆在压电板 41 上之后，对在空腔板 22 上形成的标记 55 进行光学识别，以被识别的标记 55 的位置为基准，向位于与压力室 10 内部的稍内侧

对应的区域内的光致抗蚀剂照射光。然后，使用显影液除去被光照射  
5 对应的区域内的光致抗蚀剂。由此，使光致抗蚀剂通过与金属掩模 61 相  
同的图形而具有开孔。可以将设有上述开孔的光致抗蚀剂作为掩模，  
通过 PVD 形成独立电极 35 的图形。但是，由于可以进行再利用而能  
简化工序，所以使用金属掩模比使用光致抗蚀剂具有更大的优点。此  
此外，作为形成独立电极时的掩模，可以使用除了金属掩模和光致抗蚀  
剂以外的部件，另外，作为光致抗蚀剂，除了阳型的之外，还可以使  
用阴型的。

10 以下，参照图 19~图 20，对喷墨头 1 的第三制造方法进行说明。  
到图 13 (A) 所示的接合工序为止，与前面说明的制造方法都相同，  
所以这里省略其说明。

首先，从进行接合工序的图 13 (A) 所示的状态开始，通过 PVD  
15 工艺，在与流路单元 4 接合的执行单元 21 上的整个表面上形成导电  
膜 64。也可以通过 CVD、电镀或进行软膏的印刷和焙烧来形成导电  
膜 64，以代替 PVD。在进行软膏的印刷和焙烧的情况下，如上所述，  
必须注意接合剂的耐热温度等。图 19 (A) 示出了该时刻的喷墨头的  
对应于图 11 的主要部分剖视图。

20 然后，在导电膜 64 的整个表面上涂覆阴型光致抗蚀剂 65。然后，  
对在空腔板 22 上形成的标记 55 进行光学识别，以被识别标记 55 的  
位置为基准，向位于与压力室 10 内部的稍内侧位置对应的区域外的  
光致抗蚀剂 65 照射光。然后，使用显影液，除去被光照射的区域  
25 内的光致抗蚀剂 65。由此，如图 20 所示，光致抗蚀剂 65 仅在与各压力  
室 10 对应的位置上残留而形成独立电极 35 的图形。

然后，将残留的光致抗蚀剂作为蚀刻掩模，通过蚀刻将没有被光  
致抗蚀剂 65 覆盖的区域的导电膜 64 除去。由此，在压电板 41 上形  
30 成独立电极 35 的图形。图 19 (B) 示出了该时刻的喷墨头的主要部分

剖视图。

5 然后，除去残留的光致抗蚀剂 65，将用于向独立电极 35 供给电信号的 FPC 136 贴附在执行单元 21 上，然后经过规定的工序而完成喷墨头 1 的制造。

利用该第三制造方法，也可以获得与第一和第二制造方法相同的优点。

10 以下，对第三制造方法的变形例进行说明。在本变形例中，在制造执行单元 21 时的压电板 41~44 层叠工序中，在构成压电板 44 的陶瓷材料的基板上图形印刷构成加强用金属膜 36a 的导电性软膏。同时，在构成压电板 43 的陶瓷材料的基板上图形印刷构成加强用金属膜 36b 的导电性软膏，并且在构成压电板 42 的陶瓷材料的基板上图形印刷构成共用电极 34 的导电性软膏，进而通过 PVD 或电镀，在构成压电板 41 的陶瓷材料的基板的整个表面上形成构成独立电极 35 的导电膜 64。也可以在整个表面上印刷导电性软膏，然后焙烧，以代替用 PVD 或电镀形成导电膜。

20 然后，利用夹具，使 4 枚压电板 41~44 对齐并且重合，然后以规定的温度焙烧所得到的层叠物。由此形成层叠物，该层叠物在位于最上层的压电板 41 的下表面形成共用电极 34，并且在压电板 41 的上表面形成导电膜 64。然后，将该层叠物与流路单元 4 接合。该时刻的喷墨头的与图 11 对应的主要部分剖视图与图 19 (A) 相同。然后，经过与第三制造方法相同的工序，完成喷墨头 1 的制造。

25 利用该变形例，可以获得与上述第一和第二制造方法相同的优点。

30 (第二实施方式)

以下根据图 21，对本发明的第二实施方式进行说明。图 21 是第二实施方式的喷墨头主体的局部剖视图。除了图 21 所示的喷墨头主体的执行单元以外，与上述第一实施方式相同，所以省略其说明。即，在第二实施方式中，只有喷墨头的喷墨头主体的执行单元 301 与第一实施方式不同，除此之外的结构相同。

如图 21 所示，第二实施方式的喷墨头主体的执行单元 301 将厚度相同的 4 枚压电板 311~314 层叠在空腔板 22 的上表面上，并且通过配置电极，仅使其中最上层成为在施加电场时具有活性层的层，使其余的 3 层成为非活性层。即，与上述执行单元 21 同样，在最上层的压电板 311 的上表面，对于每个压力室 10 分别形成独立电极 35，该独立电极 35 由以下部分构成：主电极部 35a，在层叠方向上的投影区域被包含在压力室区域内；以及比主电极部 35a 小的近似菱形的辅助电极部 35b。在压电板 311 和在其下方相邻的压电板 312 之间，存在形成于整个板表面上的共用电极 34。当独立电极 35 为正或负的规定电位时，夹在独立电极 35 和共用电极 34 之间的部分成为活性层，与上述活性层同样地工作。

此外，执行单元 301 不设置分别存在于上述执行单元 21 的压电板 43 和压电板 44 之间以及压电板 42 和压电板 43 之间的加强用金属膜 36a、36b。即，将与上述执行单元 21 的压电板 41~42 同样制造的压电板 311、312 层叠在压电板 313、314 上，从而制造执行单元 301，上述压电板 313、314 不是将构成加强用金属膜的导电性软膏图形印刷在构成压电板 313、314 的陶瓷材料的基板上而制造的。

这样，由于在执行单元 301 的压电板 313 和压电板 314 之间、以及压电板 312 和压电板 313 之间不存在加强用金属膜，所以可以简化制造执行单元 301 时的制造工序，从而能容易地制造喷墨头。此外，对于在喷墨头主体中使用执行单元 301 的喷墨头以及使用该喷墨头的喷墨打印机，也可以获得与上述相同的效果。

(第三实施方式)

以下根据图 22，对本发明的第三实施方式进行说明。图 22 是第三实施方式的喷墨头主体的局部剖视图。在本实施方式中，除了图 22 所示的喷墨头主体的执行单元以外，与上述第一实施方式相同，所以省略其说明。即，在第三实施方式中，除了喷墨头的喷墨头主体的执行单元 321 与第一实施方式的不同之外，其余的结构相同。另外，在图 22 中，对与上述结构相同的部分使用相同的标号，并省略其说明。

如图 22 所示，第三实施方式的喷墨头主体的执行单元 321 在空腔板 22 的上表面层叠有厚度彼此相同的 3 枚压电板 331~333，并且通过配置电极，仅将其中最上层作为具有施加电场时成为活性层的部分的层，将其余的 2 层作为非活性层。即，与上述执行单元 21 同样，在最上层的压电板 331 的上表面上，对于每个压力室 10 形成独立电极 35，该独立电极 35 由以下部分构成：主电极部 35a，在层叠方向上的投影区域被包含在压力室区域内；以及比主电极部 35a 小的近似菱形的辅助电极部 35b。在压电板 331 和在其下方相邻的压电板 332 之间，存在形成于整个板表面上的共用电极 34。当独立电极 35 成为正或负的规定电位时，被夹在独立电极 35 和共用电极 34 之间的部分成为活性层，与上述活性层同样地工作。

此外，由于执行单元 321 与除去了压电板 44 的执行单元 21 相同，所以不设置存在于压电板 43 和压电板 44 之间的加强用金属膜 36a。因此，在制造执行单元 321 时，可以简化制造工序，从而能容易地制造喷墨头。此外，对于在喷墨头主体中使用执行单元 321 的喷墨头和使用该喷墨头的喷墨打印机，也可以获得与上述相同的效果。

(第四实施方式)

以下根据图 23，对本发明的第四实施方式进行说明。图 23 是第四实施方式的喷墨头主体的局部剖视图。在本实施方式中，除了图 23

所示的喷墨头主体的执行单元以外，与上述第一实施方式相同，所以省略其说明。即，在第四实施方式中，除了喷墨头的喷墨头主体的执行单元 341 与第一实施方式的不同之外，其余的结构相同。另外，在图 23 中，对与上述结构相同的部分使用相同的标号，并省略其说明。

5

如图 23 所示，第四实施方式的喷墨头主体的执行单元 341 在空腔板 22 的上表面层叠有厚度彼此相同的 5 枚压电板 351~355，并且通过配置电极，仅将其中最上层作为具有施加电场时成为活性层的部分的层，将其余的 4 层作为非活性层。即，与上述执行单元 21 同样，在最上层的压电板 351 的上表面上，对于每个压力室 10 形成独立电极 35，该独立电极 35 由以下部分构成：主电极部 35a，在层叠方向上的投影区域被包含在压力室区域内；以及比主电极部 35a 小的近似菱形的辅助电极部 35b。在压电板 351 和在其下方相邻的压电板 352 之间，存在形成于整个板表面上的共用电极 34。当独立电极 35 成为正或负的规定电位时，被夹在独立电极 35 和共用电极 34 之间的部分成为活性层，与上述活性层同样地工作。

10

15

20

25

此外，执行单元 341 与在上述执行单元 21 的压电板 44 的下表面设置与压电板 44 同样的压电板，并在该压电板和压电板 44 之间设置加强用金属膜而获得的执行单元相同。即，在压电板 352 的下方设置压电板 353，在该压电板 353 的下方设置压电板 354，并且在压电板 354 的下方设置压电板 355，从而构成执行单元 341。因此，在压电板 353 和压电板 354 之间以及压电板 352 和压电板 351 之间存在加强用金属膜 36a、36b，并且在压电板 354 和压电板 355 之间也同样存在加强用金属板 36c。

30

这样，由于执行单元 341 由 5 枚压电板 351~355 构成，所以可以使包含活性层的压电板 351 和包含非活性层的 4 枚压电板 352~355 在其层叠方向上发生较大变形，从而可以使压力室的容积变化量较大。因此，在实现了独立电极的驱动电压的低电压化的同时，还可以

实现压力室的小型化和高集成化。此外，对于在喷墨头主体中使用执行单元 341 的喷墨头和使用该喷墨头的喷墨打印机，可以获得与上述相同的效果。

## 5 (第五实施方式)

以下根据图 24，对本发明的第五实施方式进行说明。图 24 是第五实施方式的喷墨头主体的局部剖视图。在本实施方式中，除了图 24 所示的喷墨头主体的执行单元以外，与上述第一实施方式相同，所以省略其说明。即，在第五实施方式中，除了喷墨头的喷墨头主体的执行单元 361 与第一实施方式的不同之外，其余的结构相同。另外，在图 24 中，对与上述结构相同的部分使用相同的标号，并省略其说明。

如图 24 所示，第五实施方式的喷墨头主体的执行单元 361 在空腔板 22 的上表面层叠有厚度彼此相同的 3 枚压电板 371~373，并且通过配置电极，仅将其中最上层作为具有施加电场时成为活性层的部分的层，将其余的 2 层作为非活性层。即，与上述执行单元 21 同样，在最上层的压电板 371 的上表面上，对于每个压力室 10 形成独立电极 35，该独立电极 35 由以下部分构成：主电极部 35a，在层叠方向上的投影区域被包含在压力室区域内；以及比主电极部 35a 小的近似菱形的辅助电极部 35b。在压电板 371 和在其下方相邻的压电板 372 之间，存在形成于整个板表面上的共用电极 34。当独立电极 35 成为正或负的规定电位时，被夹在独立电极 35 和共用电极 34 之间的部分成为活性层，与上述活性层同样地工作。

此外，执行单元 361 相当于这样的压电板，即去除执行单元 21 的压电板 44，增大压电板 43 的厚度，并且不设置存在于压电板 43 和压电板 44 之间以及压电板 42 和压电板 43 之间的加强用金属膜 36a、36b。即，使层叠在压电板 372 下方的压电板 373 形成得比压电板 371、372 的厚度厚，从而构成具有足够强度的执行单元 361。因此，不必在压电板 372 和压电板 373 之间形成加强用金属膜，所以可以简化制

造执行单元 361 时的制造工序，从而可以容易地制造喷墨头。此外，对于在喷墨头主体中使用执行单元 361 的喷墨头和使用该喷墨头的喷墨打印机，可以获得与上述相同的效果。

5           分别具有上述第二～第五实施方式的执行单元 301、321、341、361 的喷墨头也可以利用与喷墨头 1 同样的制造方法进行制造。此外，各压电板也可以用与上述执行单元 21 的压电板同样的材料形成。

10           以上对本发明的优选实施方式进行了说明，但本发明不限于上述实施方式，只要是在权利要求范围内，可以进行各种技术变更。例如，在上述各实施方式中使用的压电板和电极的材料不限于上述材料，也可以变更为其它公知的材料。此外，压力室的平面形状和剖面形状、配置形态以及包含活性层的压电板数量、非活性层数量等也可以进行适当变更。

15           此外，在上述实施方式中，通过在压电板上配置独立电极和共用电极而形成执行单元，但不必将这样的执行单元与流路单元接合，只要执行单元能使各压力室的容积独立地变化，也可以使用其他方式。此外，在上述实施方式中，对压力室配置成矩阵状的情况进行了说明，但对于压力室排列成一行或多列的情况，也适用于本发明。

20           在上述实施方式中，仅距离压力室最远的最上层的压电板形成活性层，但也可以不仅最上层的压电板包含活性层，或者可以在最上层压电板之外的压电板上形成活性层。在这些情况下，也可以获得足够的抑制串扰（crosstalk）的效果。此外，上述实施方式的喷墨头具有利用横向压电效应的单态结构，但与此不同，本发明也适用于将包含活性层的层更靠近压力室一侧配置的、利用纵向压电效应的喷墨头。

25           此外，在上述实施方式中，利用蚀刻在构成流路单元的各板上形成开孔和标记，但也可以利用蚀刻之外的方法来在各板上形成开孔和

标记。

此外，在上述实施方式中，非活性层均是压电板，但也可以使用  
压电板之外的绝缘板作为非活性层。此外，在本发明中，执行单元也  
5 可以不是跨越多个压力室而连续配置的。即，执行单元可以相对于每  
个压力室而独立，与压力室的数量对应而贴附在流路单元上。

此外，在本发明中，如上述实施方式所述，压电板含有体可以仅  
包含 1 层压电板，该压电板中存在被共用电极和独立电极夹在中间的  
10 活性层；或者除了存在活性层的 1 枚或多枚压电板之外，还可以包含  
与其层叠的作为非活性层的多个板状部件。



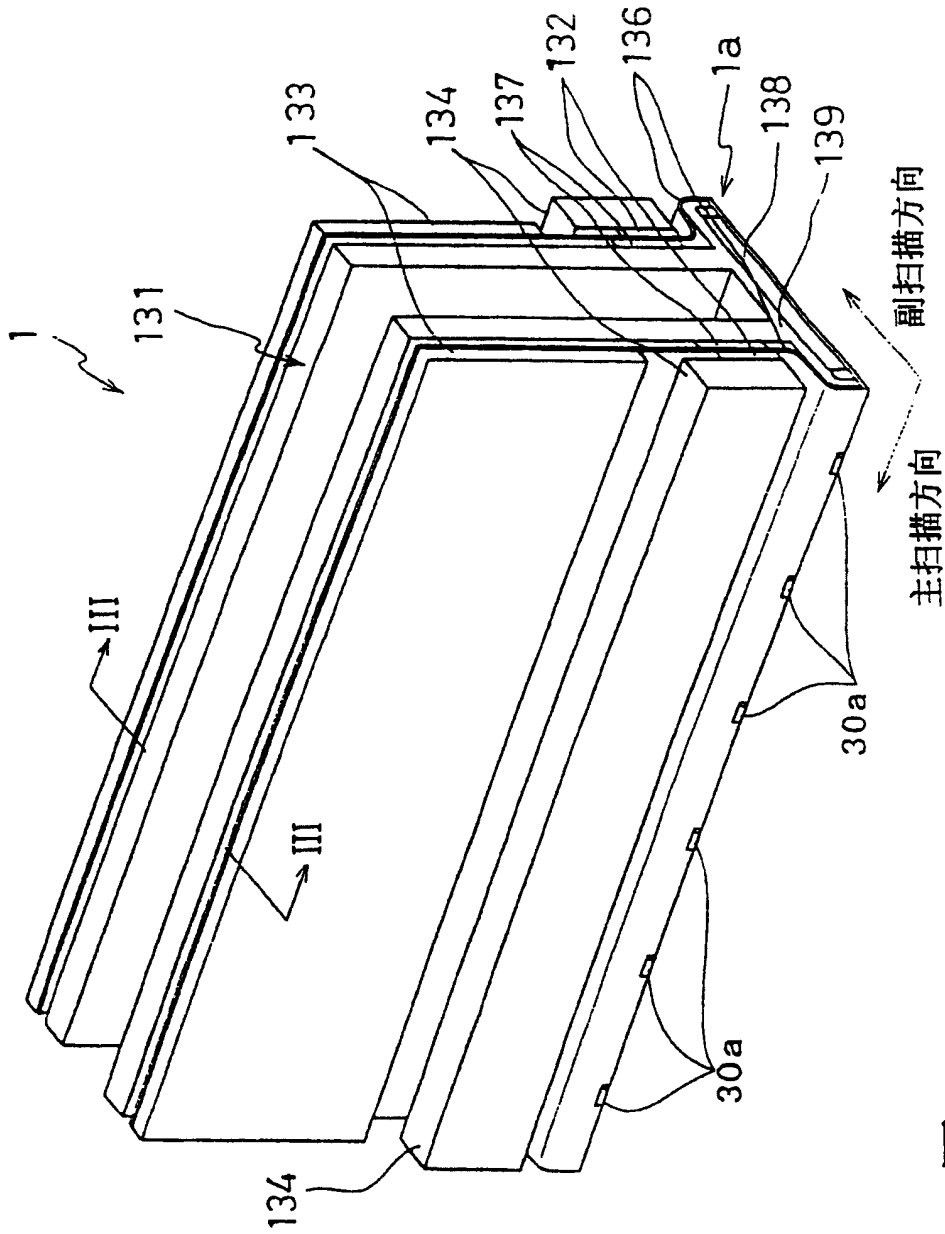


图2

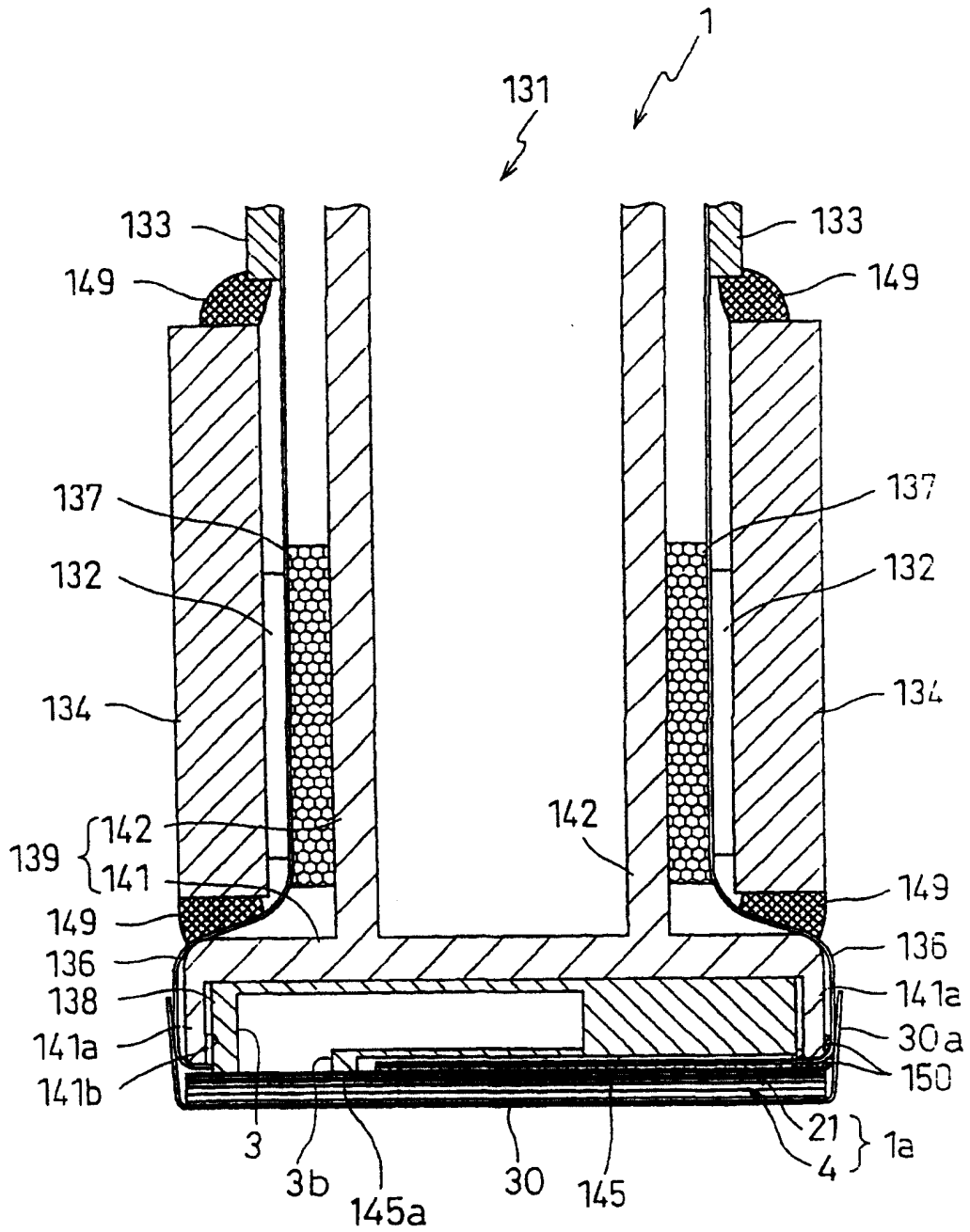


图3

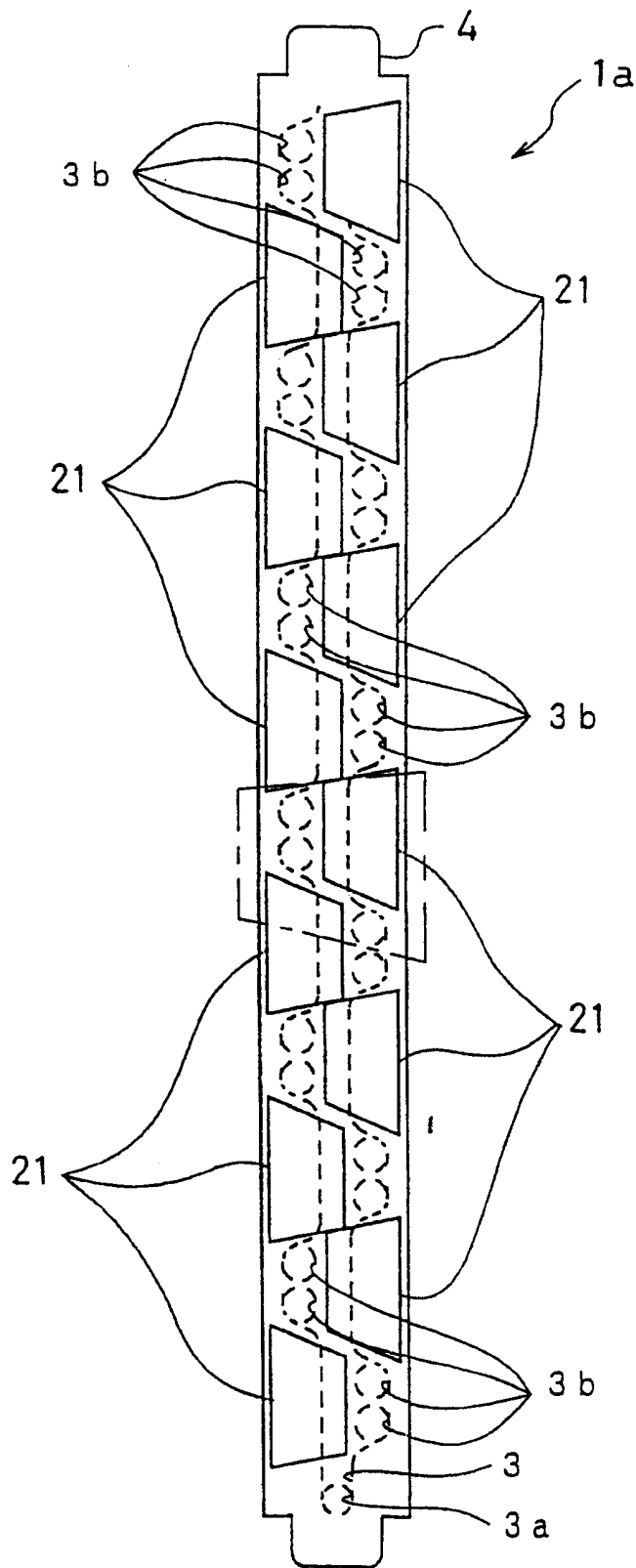


图4

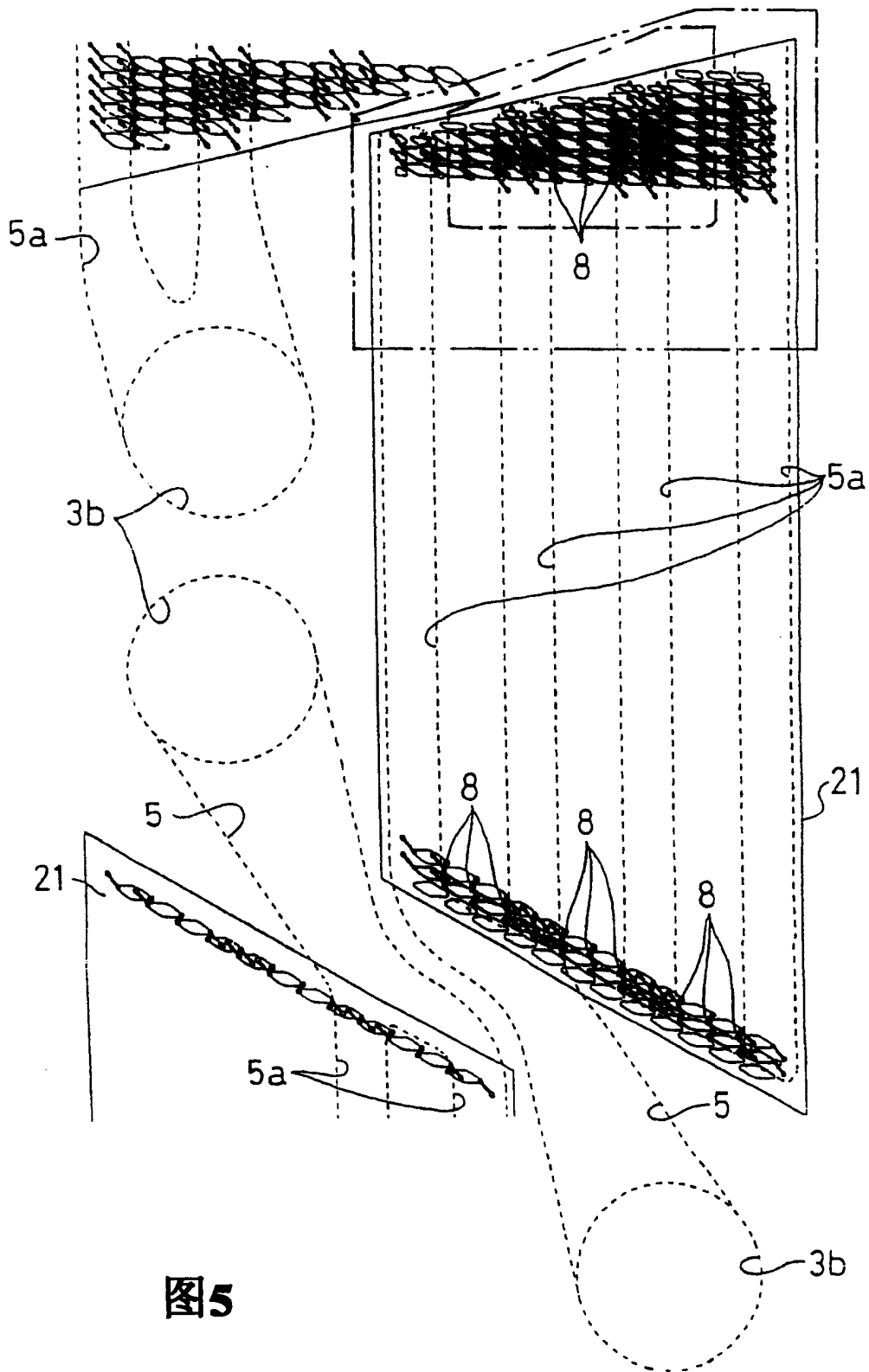


图5

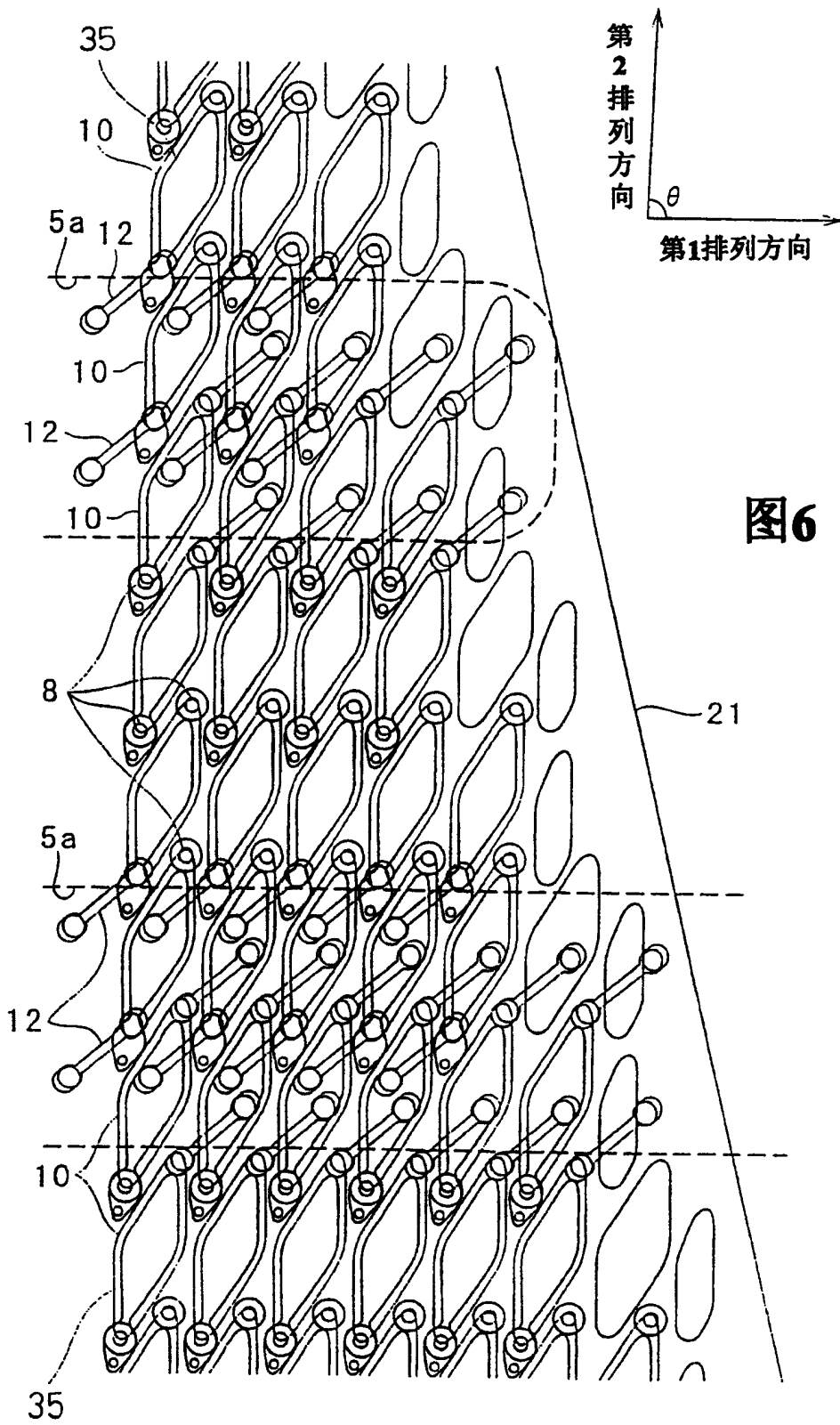


图6

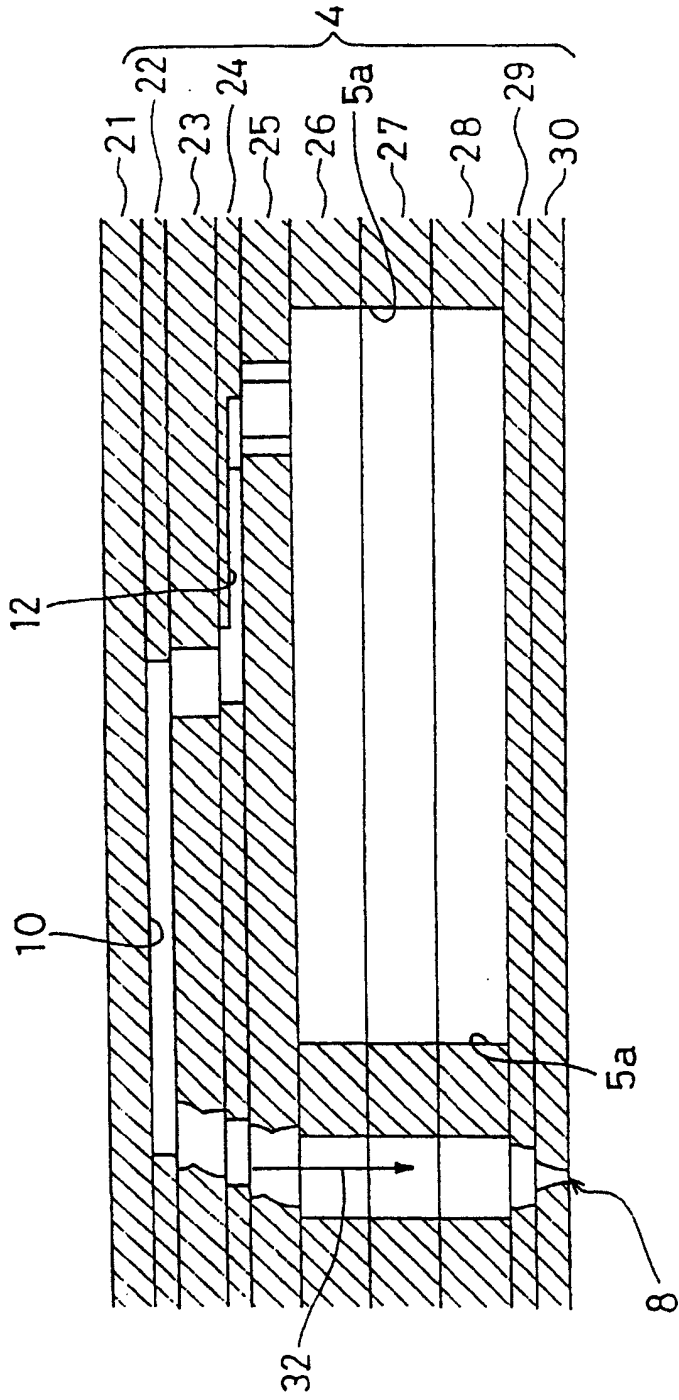


图7

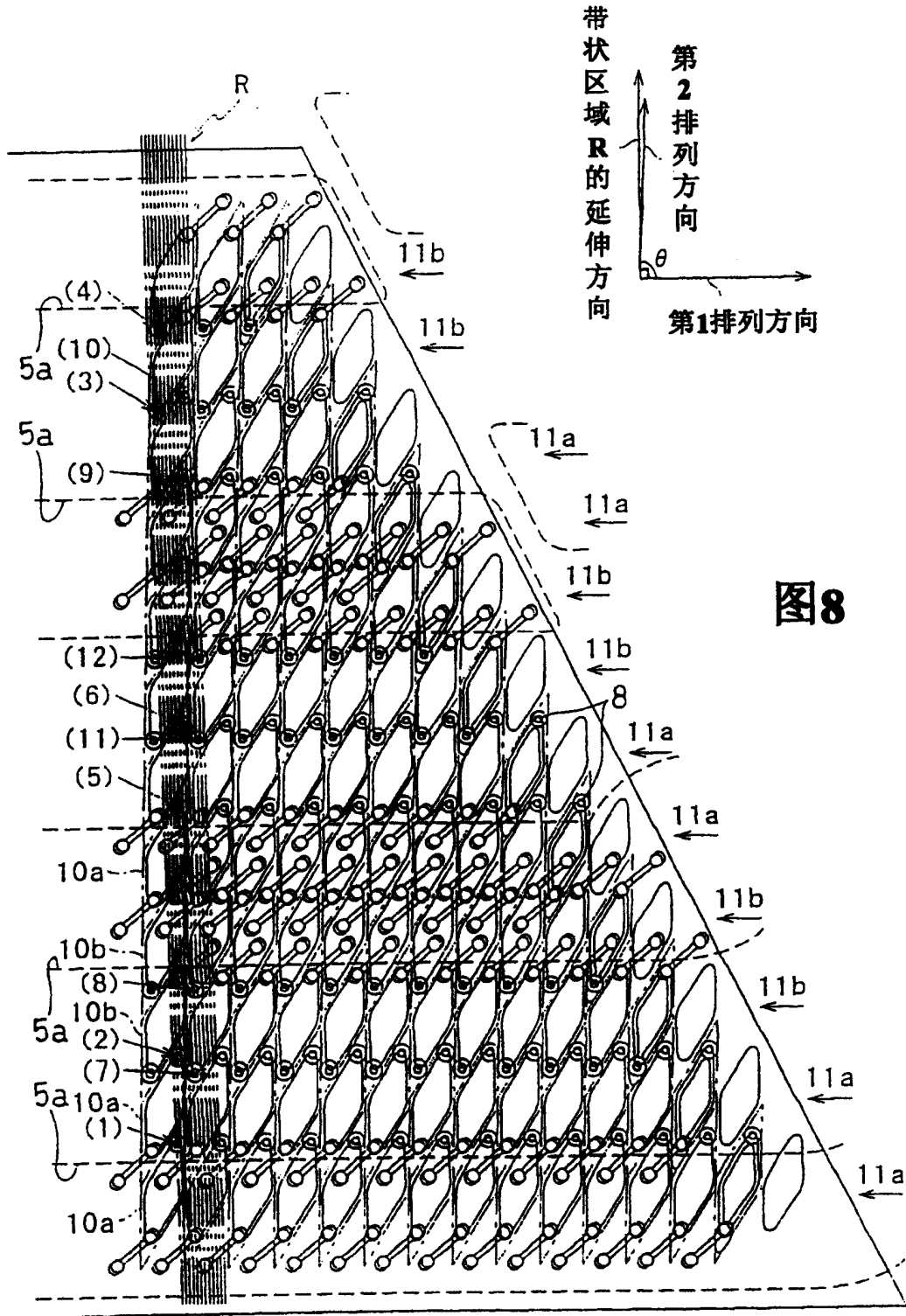


图8

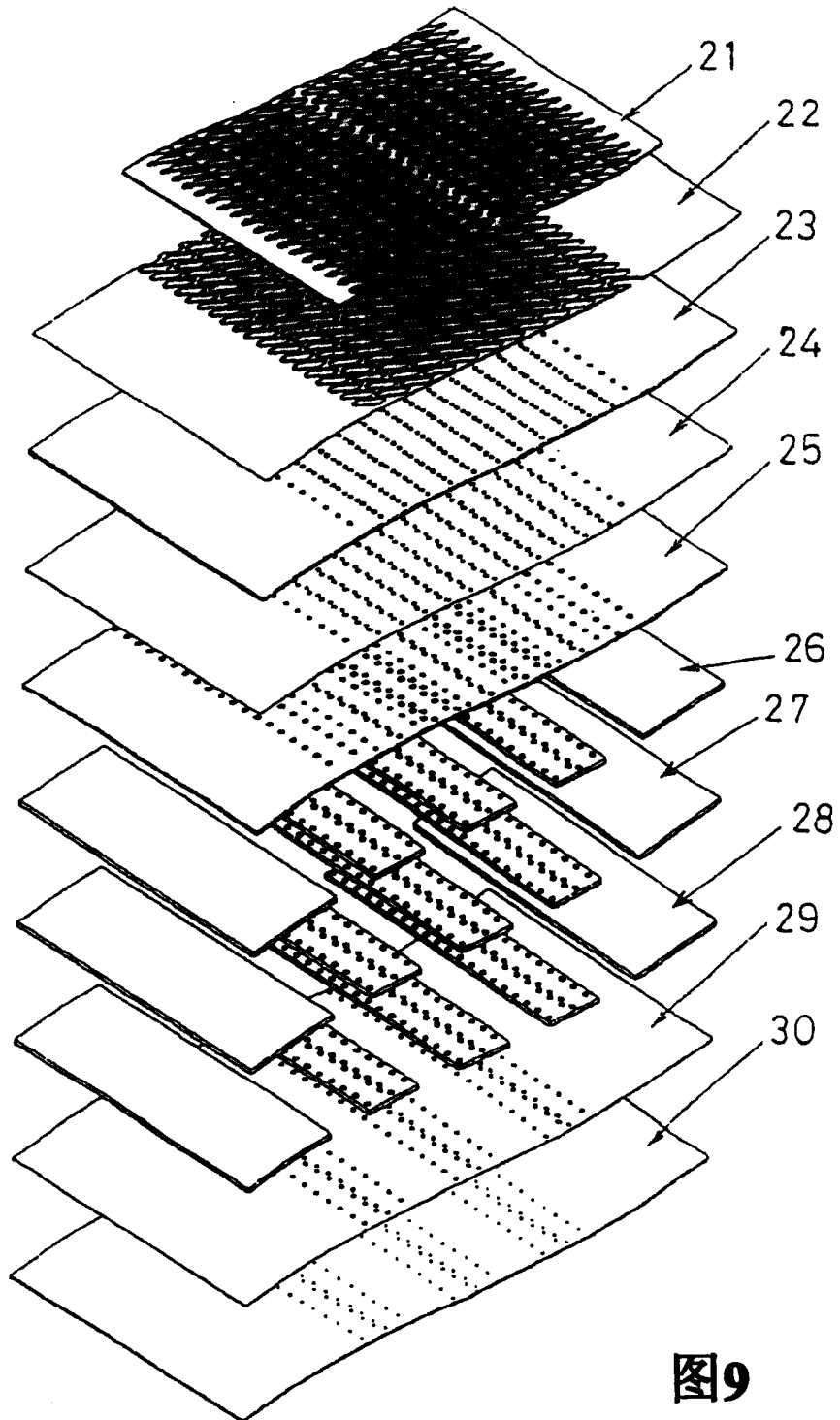


图9

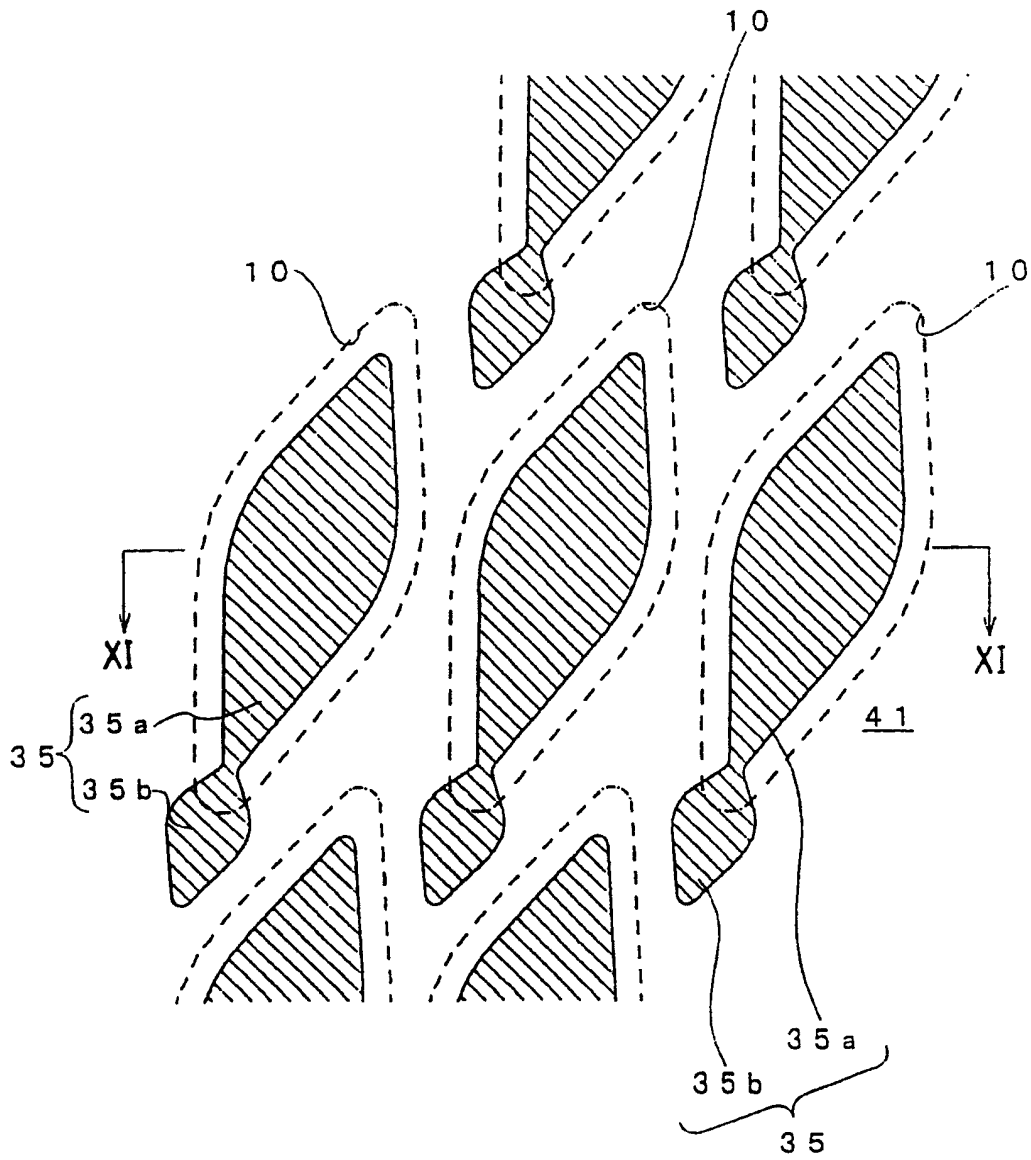
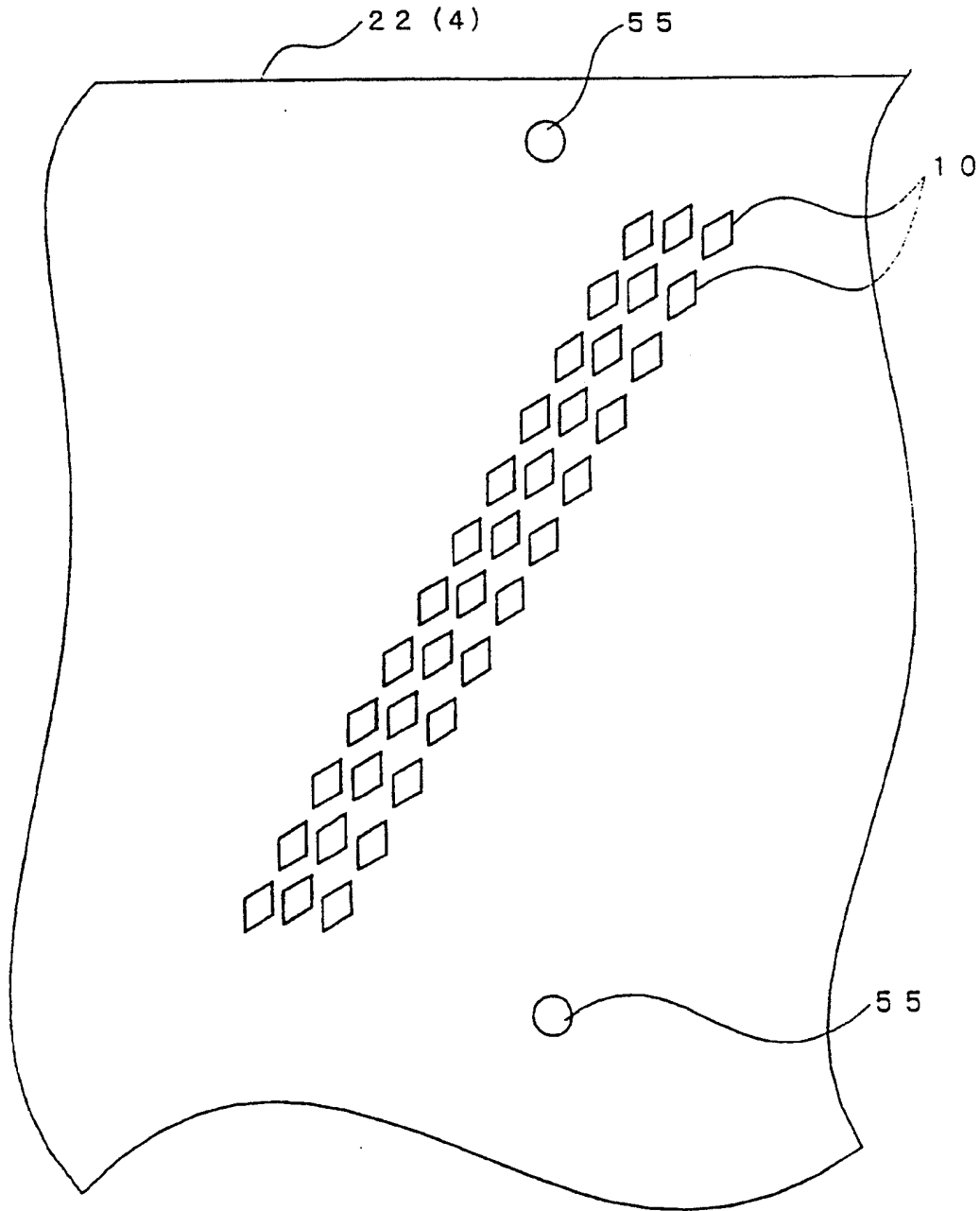


图10





**图12**

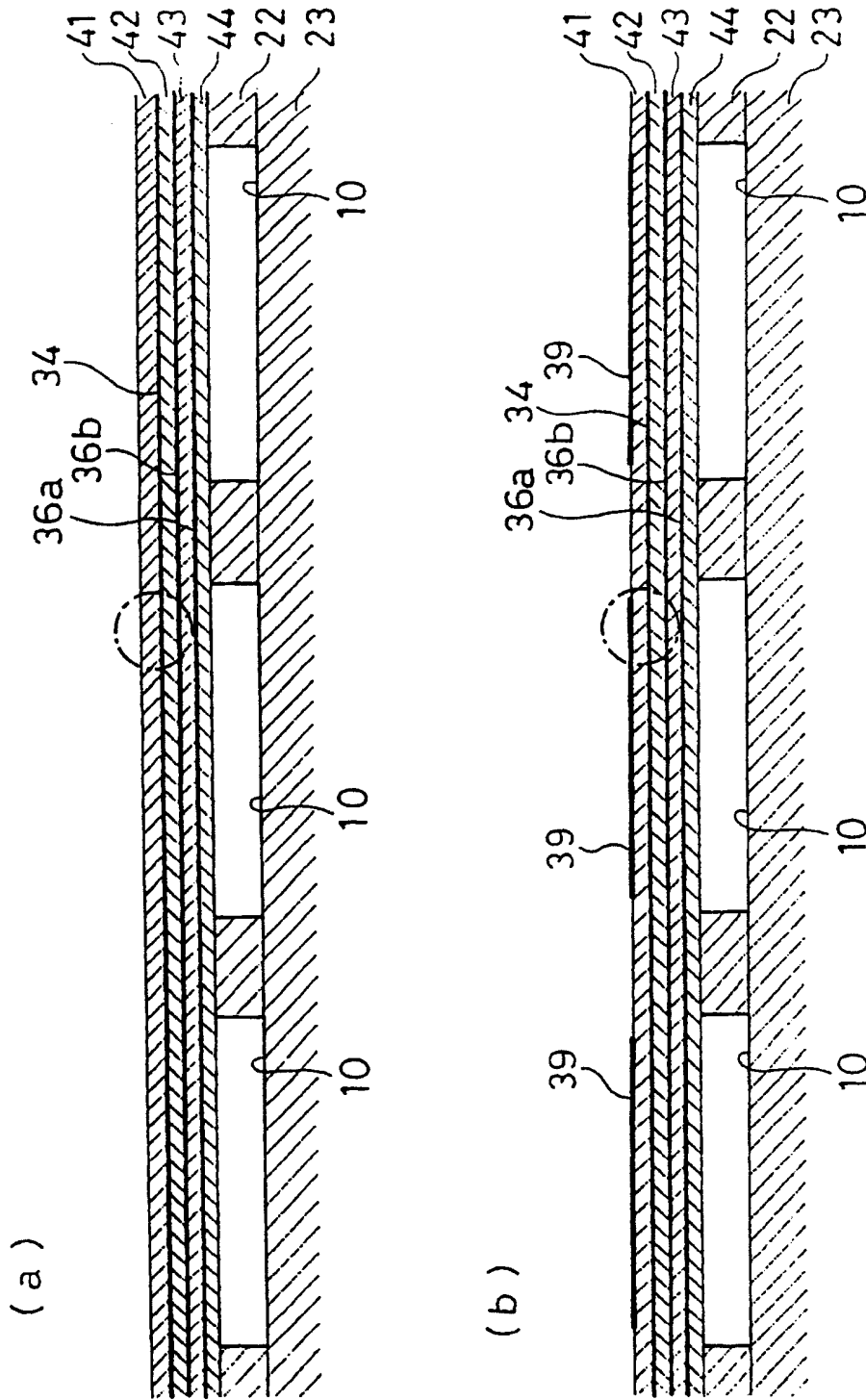


图13

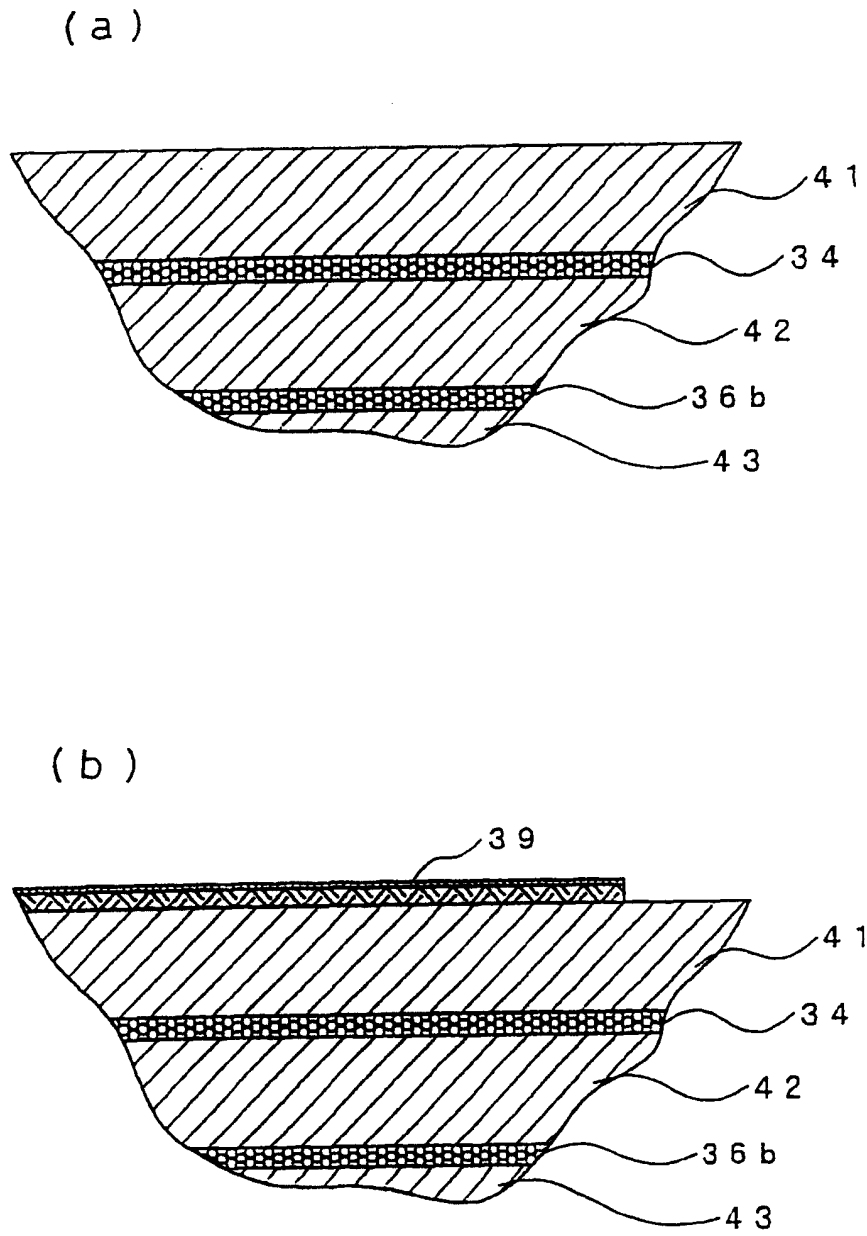


图14

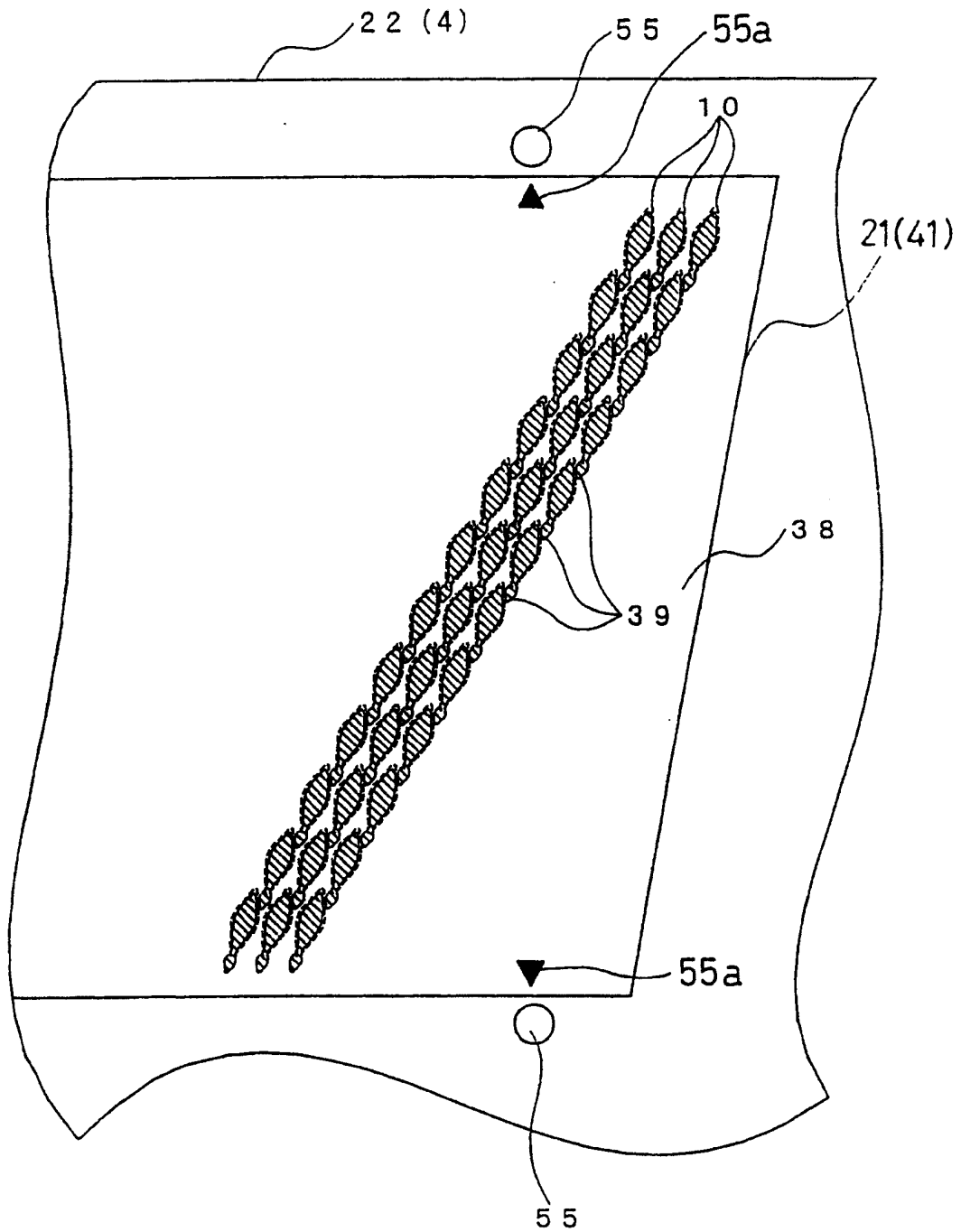


图15

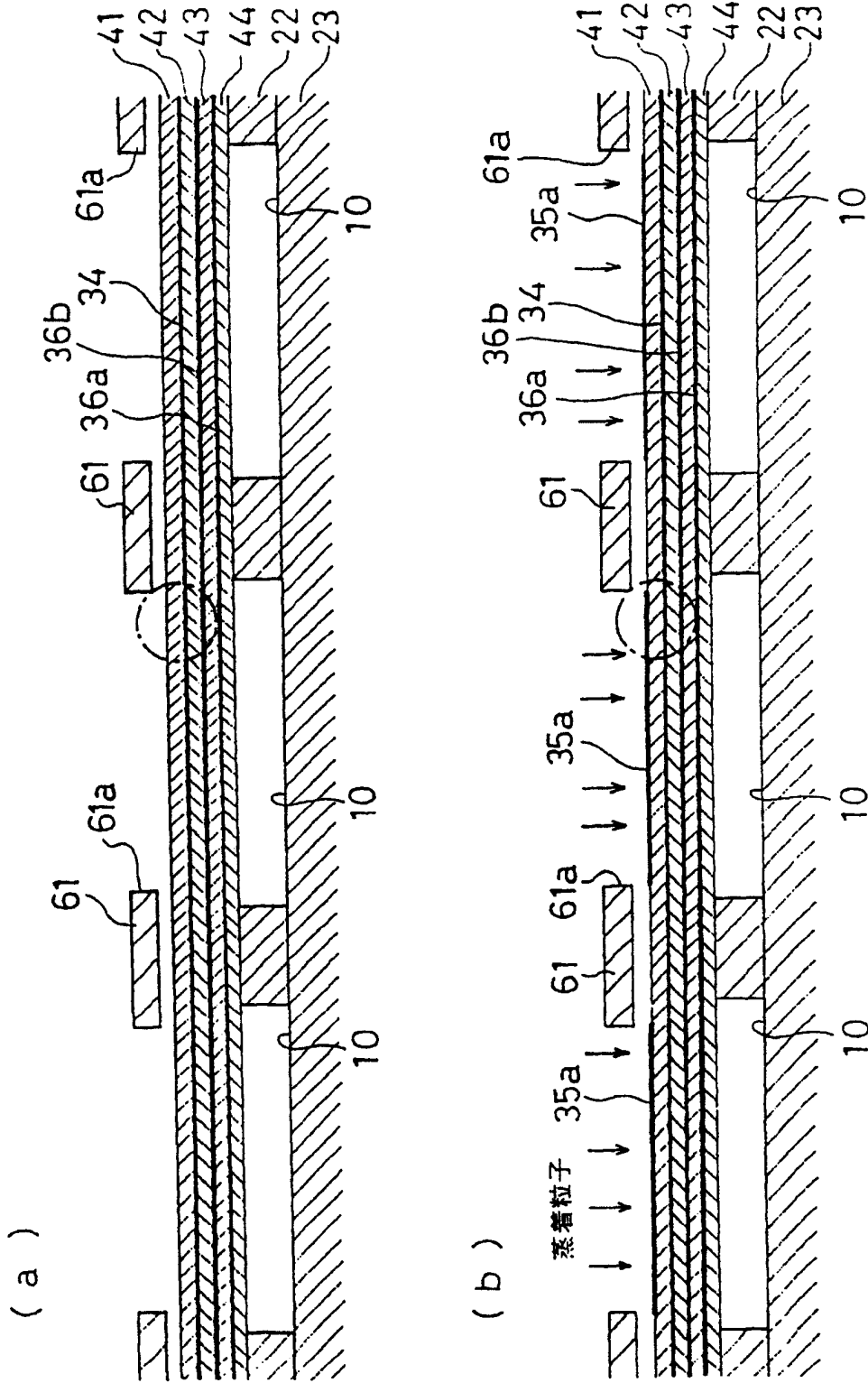


图16

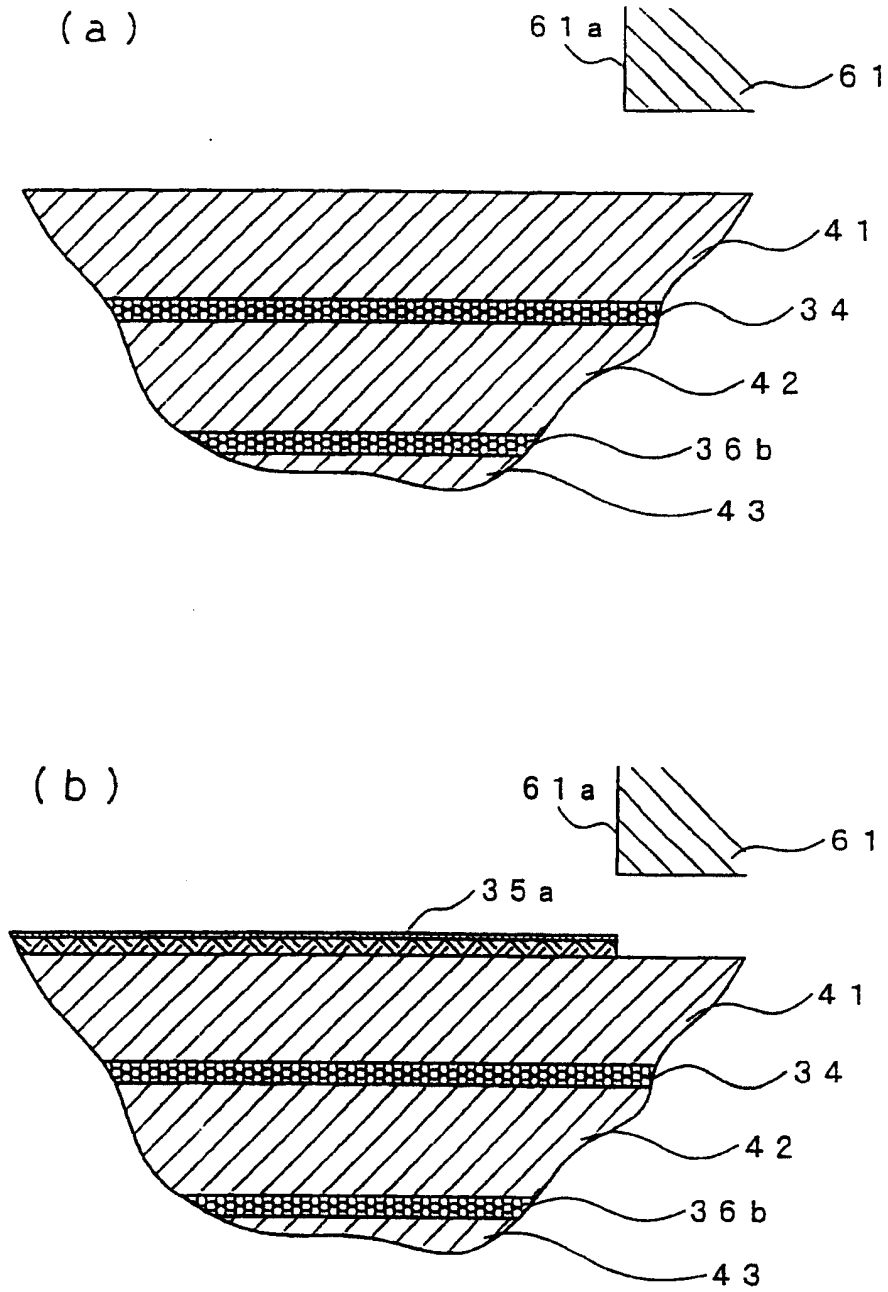


图17

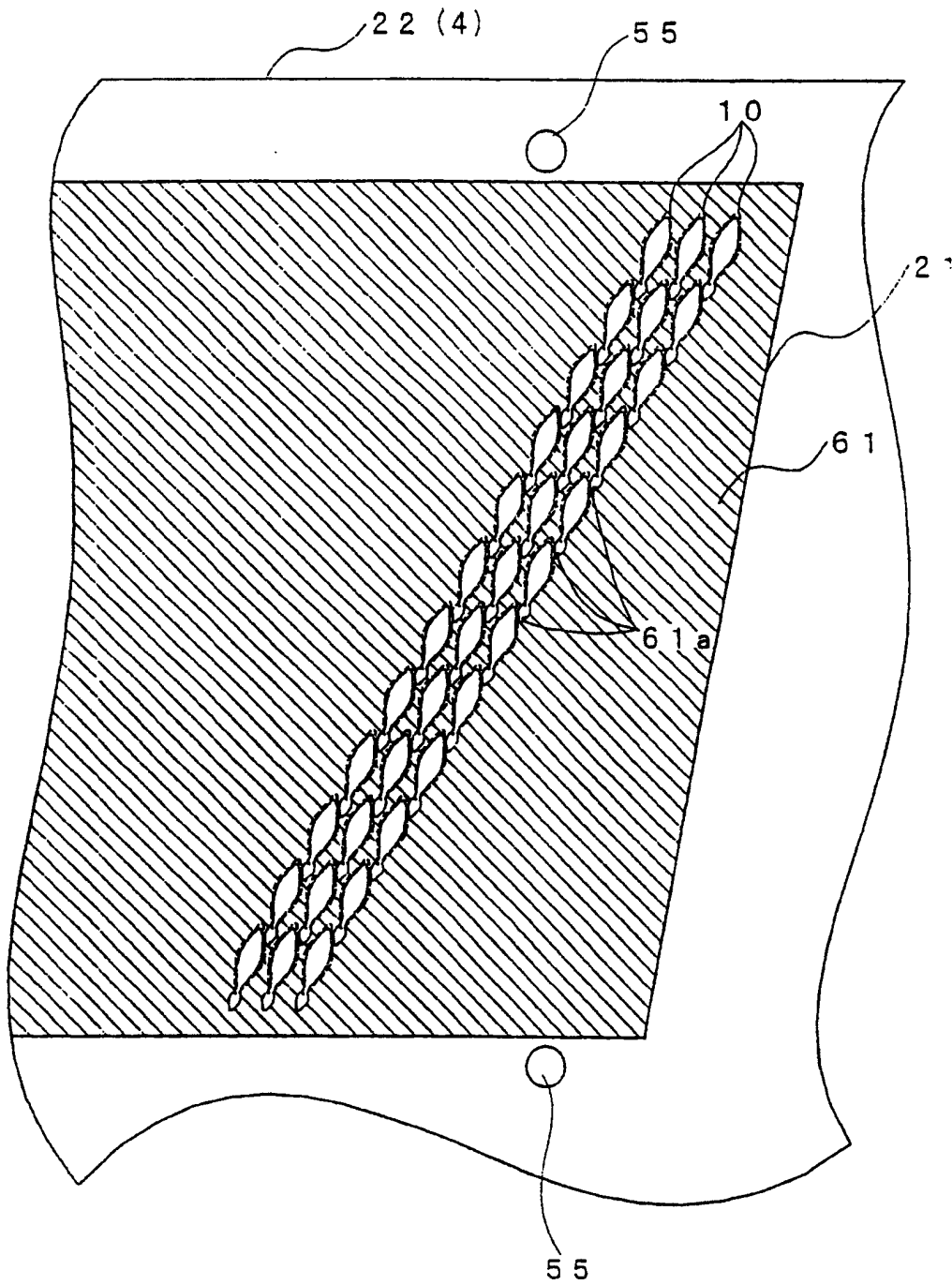


图18

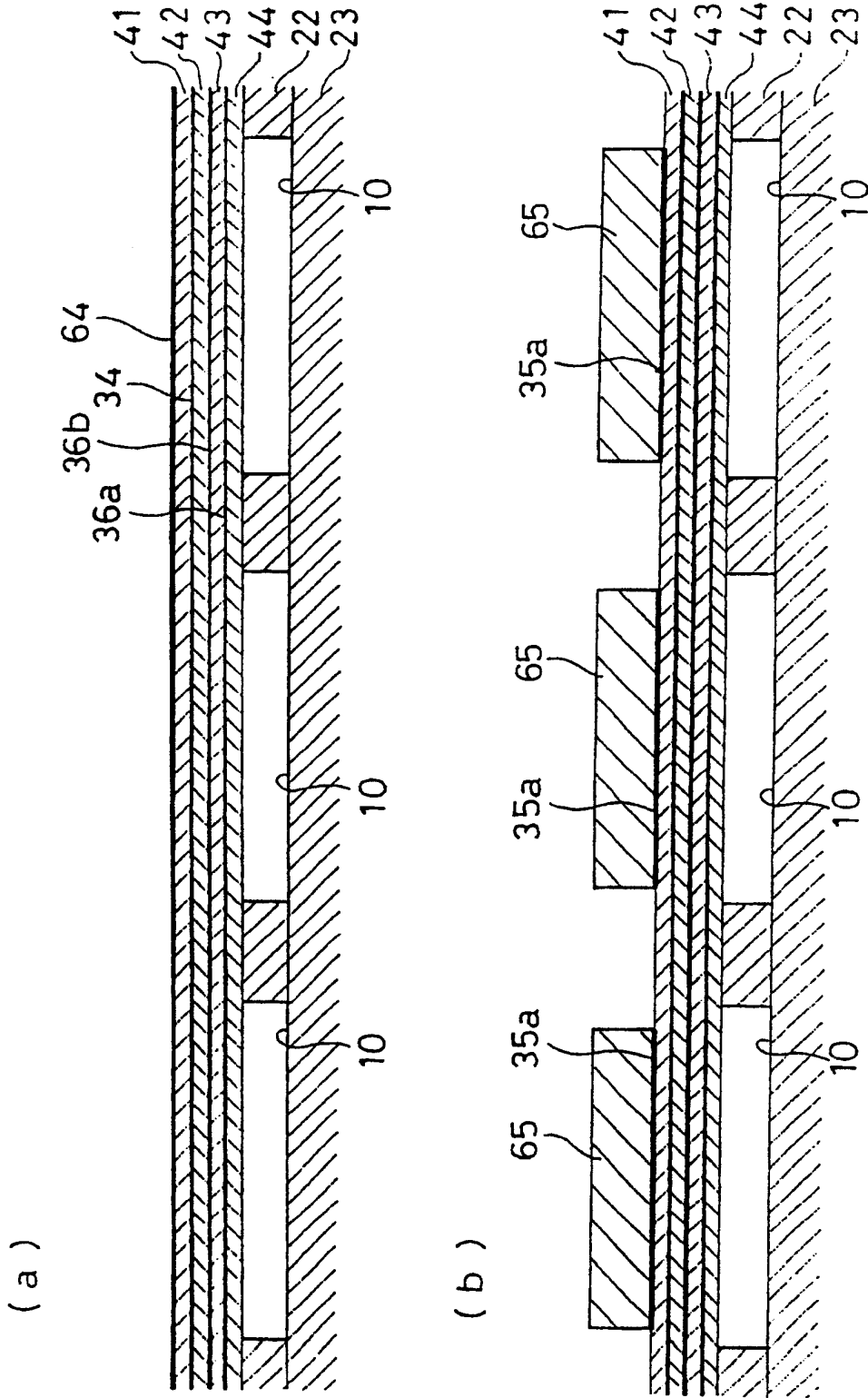


图19

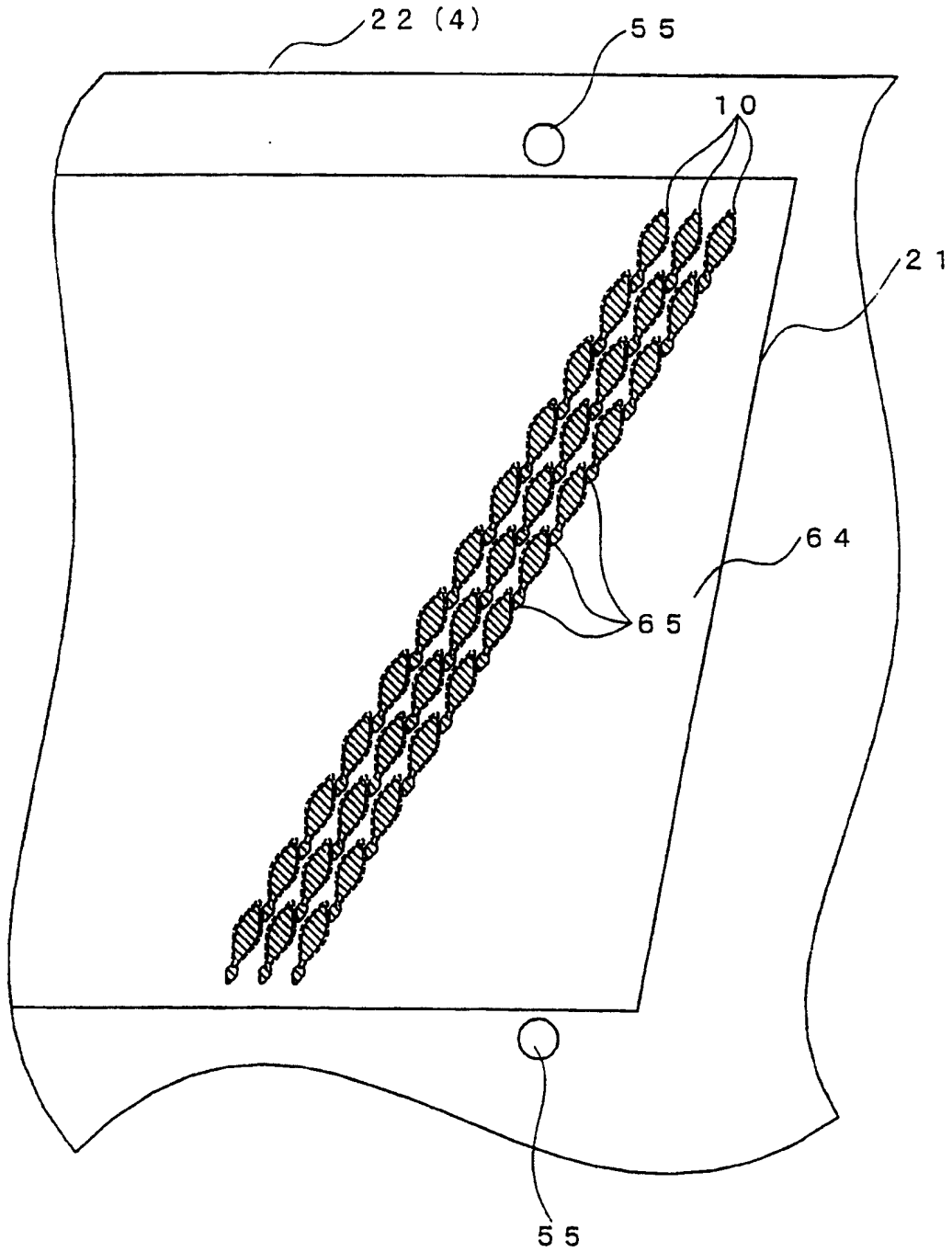


图20

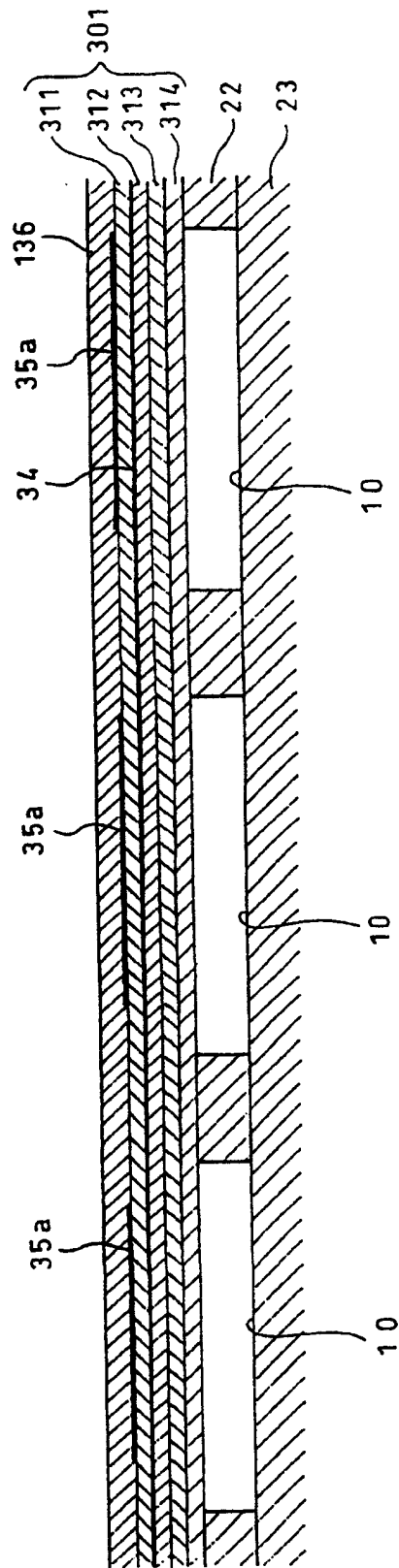


图21

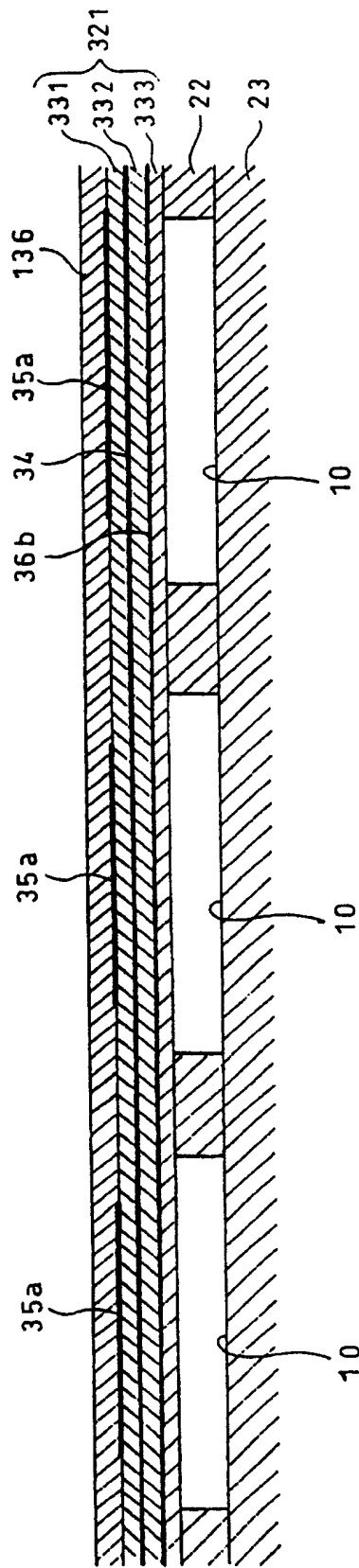


图22

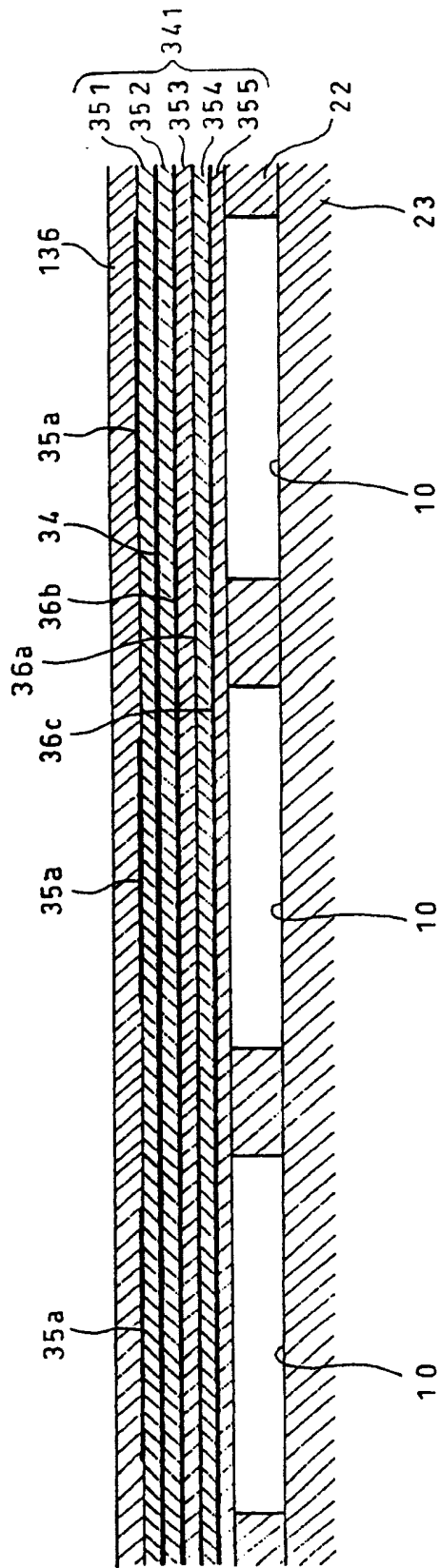


图23

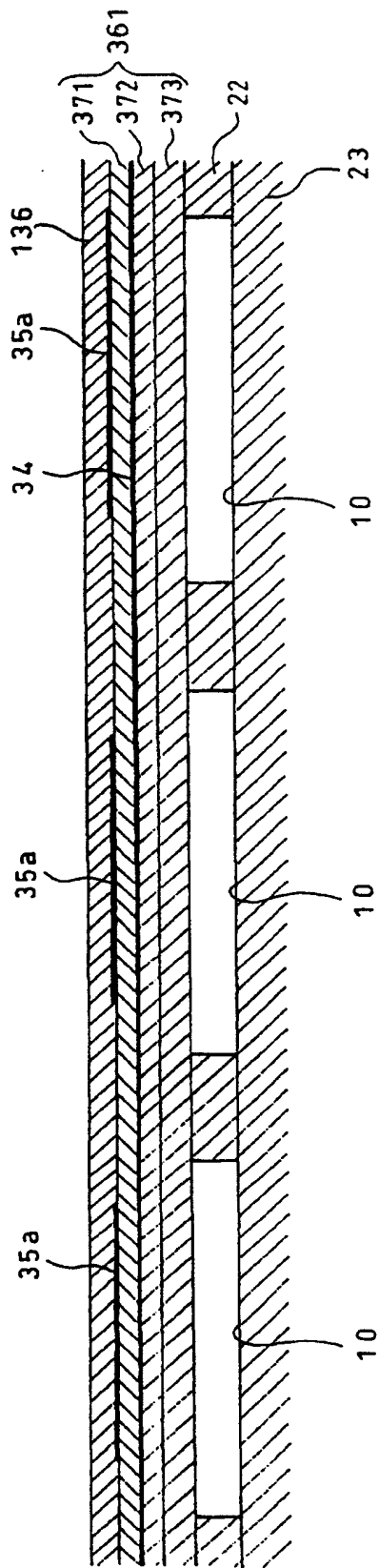


图24