

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 41/083 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02812202. X

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100524869C

[22] 申请日 2002.6.19 [21] 申请号 02812202. X

[30] 优先权

[32] 2001. 6. 20 [33] GB [31] 0115068.9

[32] 2001. 6. 20 [33] GB [31] 0115067.1

[32] 2001. 7. 5 [33] GB [31] 0116245.2

[32] 2001.12.4 [33] GB [31] PCT/GB01/05361

[32] 2002. 6. 6 [33] GB [31] 0213020.1

[86] 国际申请 PCT/GB2002/002826 2002.6.19

[87] 国际公布 WO2002/103816 英 2002.12.27

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.18

[73] 专利权人 保乐提斯有限公司

地址 英国剑桥

[72] 发明人 安德鲁·尼古拉斯·达姆

[56] 参考文献

US6066911A 2000.5.23

US5345137A 1994.9.6

JP8 - 111991A 1996.4.30

审查员 唐俊峰

[74] 专利代理机构 北京中誉威圣知识产权代理有限公司

代理人 丛芳 彭晓玲

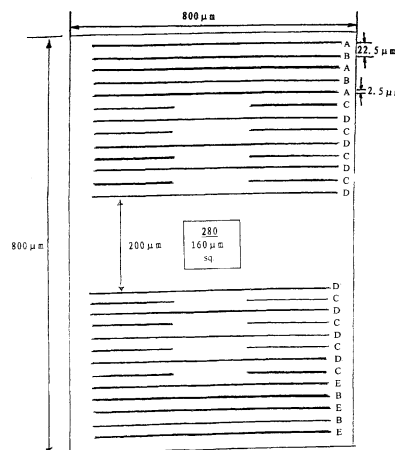
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 22 页

[54] 发明名称

整体式激励器

[57] 摘要

本发明公开了一种整体式激励器，该激励器固定于一个支撑结构上并且在 Z 方向沿长度延伸，并且具有一个可移动的末端，所述的激励器包括一个电极板与压电材料交织的叠层；该激励器具有第一电极层；激励所述第一电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为第一个 Y 方向；和第二电极层；激励所述第二电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为 X 方向；激励器的各层通常在 Z 方向上延伸，并且激励器包括第三电极层，该第三电极层与所述第一电极层沿 Y 方向隔开；和激励所述第三电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为第二个 Y 方向。 本发明将以增大的自由端摆幅二维弯曲，同时有非常紧凑的总体尺寸。



1. 一种整体式激励器，该激励器固定于一个支撑结构上并且在 Z 方向沿长度延伸，并且具有一个可移动的末端，所述的激励器包括一个电极板与压电材料交织的叠层；并且该激励器具有第一电极层；激励所述第一电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为第一个 Y 方向；和第二电极层；激励所述第二电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为 X 方向；其特征在于，激励器的各层通常在 Z 方向上延伸，并且激励器包括第三电极层，该第三电极层与所述第一电极层沿 Y 方向隔开；和激励所述第三电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为第二个 Y 方向。
2. 如权利要求 1 所述的激励器，其特征在于激励器不包含中心孔。
3. 如前述任一权利要求所述的激励器，其特征在于所述第二电极层夹在第一电极层和第三电极层之间。
4. 如权利要求 1 或 2 所述的激励器，其特征在于所述第二电极层的电极板包括第一部分电极层和第二部分电极层，第一部分电极层实质上在 X 方向与第二部分电极层分开；所述第一部分电极层带有提供第一激励偏压的装置以在第一 X 方向进行偏转，所述第二部分电极层带有提供第二激励偏压以在第二 X 方向进行偏转。
5. 如权利要求 4 所述的激励器，还包括实际上延伸过第一部分电极层和第二部分电极层、从而与第一部分电极层和第二部分电极层相互作用的电极板。
6. 如权利要求 1 或 2 所述的激励器，其特征在于激励器为一种普通的圆柱状。
7. 如权利要求 1 所述的激励器，其特征在于激励器包括一个或多个沿 Z 方向在长度上延伸的通道；借此容纳一个或多个长形的元件。

## 整体式激励器

### 技术领域

本发明涉及一种其运转由压电材料的收缩和膨胀来控制的装置。

### 背景技术

本发明的主要目的在于提供一种可以有二维位移的激励器。

本发明的另一目的在于提供一种其结构特别紧凑的激励器。

本发明的另一目的在于提供一种可以重复运转并同时保持运转的精度和可预测性的激励器。因此本发明公开的一类激励器必需是可靠的。

本发明的附带的目的是在压电材料中提供一种电极配置的新方法。

本发明的其它目的是提供一种其形状能使激励器易于组装到类似的成套激励器中的激励器。因此，本发明的另一目的在于提供一组特别紧凑并且与设计成独立工作的单个激励器一样可靠的激励器。

### 发明内容

在第一个独立的方面，本发明的目的是一种可以在一个指定的时间内实现大量角位移的整体式激励器，该激励器固定于一个支撑结构上并且在 Z 方向沿长度延伸，并且具有一个可移动的末端，所述的激励器包括一个电极板与压电材料交织的叠层；该激励器具有第一电极层；激励所述第一电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为第一个 Y 方向；和第二电极层；激励所述第二电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为 X 方向；其特征在于，激励器的各层通常在 Z 方向上延伸，并且激励器包括第三电极层，该第三电极层与所述第一电极层沿 Y 方向隔开；和激励所述第三电极层的装置，从而在一个方向进行末端偏转，该方向通常为第二个 Y 方向。

上述结构非常有利，因为它允许激励器在与 Z 方向（Z 轴处于沿激励器的长度延伸的方向）正交的 X 和 Y 两个方向上偏转。这些特征的组

别紧凑。

第一独立方面的另一个从属方面在于，激励器为一种普通的圆柱状。

这些方面是很有利的，因为它使激励器在得到特定的驱动信号而弯曲时可实现的摆幅最大化。另外，普通圆柱状的激励器也很有利，因为它特别适于在操作旁边其它的类似激励器时形成一个紧凑的阵列。

在另一个附属方面，激励器包括一个或多个通道。

提供一个或多个通道非常有利，因为它可以容纳长形的元件，如光纤。一旦这些长形的元件插在这些通道中，就可以与激励器一起偏转，而激励器可以构成这些元件的保护室。

第一独立方面的另一个从属方面在于，压电材料或每一条压电材料的厚度处于大约  $20\mu\text{m} \sim 35\mu\text{m}$  的范围内。

在此特定的范围内选择压电材料条很有利，因为在此范围内可以达到的弯曲最大，同时长期保持可控性和可靠性。

本发明第一独立方面的另一个从属方面在于，电极材料或每条电极材料具有大约  $2.5\mu\text{m}$  的厚度。

在此厚度下，激励器的弯曲最大，同时长期保持可控性和可靠性。

本发明的第二个独立方面在于，提供了一种组合了两个或多个锯齿的梳状激励器，其中一个或多个齿包括一个电极板与压电材料交织的叠层；其中当激励器被激励、从而在上下方向进行偏转时电极板的上方（使用中）区域被改编；当激励器被激励、从而在上下方向进行偏转时电极板的下方区域被改编；和当激励器被激励、从而在左右方向偏转时电极板的其它一个或多个区域被改编。

以梳状形式分布一组锯齿的优点在于，可以在一个指定的时间内实现大量角位置。如果不是所有锯齿，也至少有一个锯齿可以单独地二维位移。

此结构的其它优点在于锯齿将直通控制，同时每个都达到很大的端点偏转，并将易于在很宽的时间段上实现精确的角定位。此类一组锯齿也很容易以低于制造单个锯齿的成本制造。将激励器制作成梳状齿的另一个优点在于此结构非常紧凑，并易于与其它类似结构的梳状物结合操作，从而制造整个也很紧凑的大阵列齿。

## 附图简述

图 1 是激励器示意图;

图 2 是激励器的一个实施例的截面图;

图 3 是激励器另一实施例的截面图;

图 4 表示左 (L) / 右 (R) 电极板 (D);

图 5 表示左 (L) / 右 (R) 偏置板 (C);

图 6 表示上 (U) / 下 (D) 电极板 (B);

图 7 表示上 (U) / 下 (D) 正偏置板 (A);

图 8 表示上 (U) / 下 (D) 负偏置板 (E);

图 9 表示图 4-8 (A, B, C, D, E) 的板的布局的截面图;

图 10 表示图 4 所示左 (L) / 右 (R) 电极板 (D) 的切片位置;

图 11 表示图 5 所示左 (L) / 右 (R) 偏置板 (C) 的切片位置;

图 12 表示图 6 所示上 (U) / 下 (D) 电极板 (B) 的切片位置;

图 13 表示图 7 所示上 (U) / 下 (D) 正偏置板 (A) 的切片位置;

图 14 表示图 8 所示上 (U) / 下 (D) 负偏置板 (E) 的切片位置;

图 15 表示图 9 所示板布局的单个截取断面图;

图 16 表示已被锯开的板的简图;

图 17 表示图 15 所示板的布局但没有孔的断面图, 并且显示每一层是如何连结的;

图 18 表示带 8 个齿的激励器梳;

图 19 表示图 18 所示激励器梳沿 F-F 的截面图;

图 20 表示图 18 所示梳的外缘周围的输出端;

图 21 表示梳状激励器的另一实施例;

图 22 表示梳状结构及电极输入端的一部分。

## 附图详述

图 1 是用 1 表示的 2D 激励器的示意图。该激励器实际上是一个具有正方形截面的圆柱状压电激励器, 在此实施例中有一个轴向芯 4 以容纳一个长形元件 5, 如光纤。电极位于四个分开的区域中的压电材料体内, 其中四个分开的区域用上、下、左和右表示。这些电极的每一组都可以

单独地激励；例如，如果只激励上部，则激励器的顶部将收缩，因此激励器将弯向收缩部分，其中该收缩部分将移动与压电激励器一起工作的长形元件。电极通过分别对应于上、左、右和下的输入端 U、L、R 和 D 进行激励。为了有效利用激励器主要在 Z 方向上延伸、并且因而只占据 X 和 Y 方向有限空间的这一事实，电极输入端可以全部位于激励器的同一侧。

各个电极最好在激励器的整个长度上延伸。但也可以只激励激励器的一部分。

图 2 是特定优选的整体式压电陶瓷块的横截面图，在本说明书的下一阶段将详细解释其制造方法，

朝着激励器结构的顶部具有交迭的 A 和 B 电极层，这种结构在块的整个宽度上延伸。同样地，朝着激励器结构的底部具有交迭的 E 和 B 电极层。所有的 B 层方便地接地，对 A 或 E 施加电压将分别导致向上或向下的运动。在此方案下，驱动电压是单极电压，偏振方向平行于施加的电压取向，使得压电材料以收缩模式起作用。

在块的中间区域是交迭的 C 和 D 电极层。D 层延伸过块的整个宽度，而 C 电极被分成左右两部分。适当地对 C 组电极施加电压将产生左右偏转。

本实施例压电激励器的特定尺寸已写在图 2 中。软 PZT 材料层的厚度测定为  $22.5\mu\text{m}$ ，电极本身的厚度为  $2.5\mu\text{m}$ 。中心部分占电极的厚度  $200\mu\text{m}$  以便容纳  $160\mu\text{m}$  的正方形中心芯。在左右偏置电极之间设置一个大约  $0.2\text{mm}$  的中心间隙。

图 3 表示 2D 压电激励器的另一实施例。此压电激励器包括一个与前述图 2 所示类似的交迭电极。此类压电激励器废除了中心芯，因而能够在压电陶瓷中更有效地分布电极。此类特定的压电激励器是一个  $1.8 \times 1.8\text{mm}$  的块，虽然图中未示出，但具有  $31\text{mm}$  的有效长度和  $41\text{mm}$  的总长度。同样具有 54 层被电极分开  $2.5\mu\text{m}$  的  $30\mu\text{m}$  的软 PZT 材料。对于 (U/D) 的电容为  $0.3\mu\text{F}$ ，对于 (L/R) 的电容为  $0.7\mu\text{F}$ 。此结构的每个电极具有  $1.6\text{mm}$  的宽度和  $31\text{mm}$  的长度，同时彼此平行地沿其长度延伸。L/R 偏压电极的中心间隙为  $0.2\text{mm}$ 。而工作电压为  $+90\text{V}$ ， $-15\text{V}$ ，偏置电压  $\pm 37.5\text{V}$

和驱动电压 $\pm 52.5\text{V}$ 。如果压电激励器未负荷,则当一个末端钳制在大约 $\pm 0.8\text{N}$ 时,对于 $U/D$ 和 $L/R$ 的偏转为 $\pm 125\mu\text{m}$ 。

上述 2D 激励器可以是孤立的单元,或是带齿的激励器梳的组成部分,每个梳齿具有上述类型的电极结构。

为了制造压电陶瓷梳,压电陶瓷材料如锆钛酸铅与电极板一起成层状分布。正如已经讨论过的,当电极板由施加电压激励时,压电陶瓷材料可以如上所述地收缩或均匀的铺展,这要取决于所施加的电压。在上述情况下,电压只在 $0\text{V}$ – $90\text{V}$ 的范围内,并且因此总是正的,因此将导致压电陶瓷材料收缩。通过收缩压电陶瓷材料的不同部分,在整个压电激励器中产生不同的效果。

制造 2D 激励器组的一种特别有利的方法是,将它们制造成带有单独可控的锯齿的梳状形式。制造这种梳状激励器的优选方法是通过在一个很大的矩形形状中制作激励器整个面积大小的层状电极板、并再在适当的位置切割以获得梳状来执行。

图 4、5、6、7 和 8 中所示的板分别标以 D、C、B、A 和 E,并且如图 9 所示地在彼此的顶部层状分布。图 9 表示已经切割的孔 32,孔的周期是层状电极,该层是处于电极的每个 $2.5\mu\text{m}$ 层之间的 $22.5\mu\text{m}$ 厚的陶瓷。

虽然有 5 个不同的板,但有 3 中不同类型的板。从图 4 和图 6 中可以看出,板 D 和 B 的类似之处在于它们对于每个最后的锯齿均有一个输入端(在图 10 和 12 中可见),并且每个锯齿因此可以独立地激励。

图 7 和图 8 所示的板 A 和 E 只有一个电极输入端,并且最终锯齿的所有 A 和/或 E 电极同时非独立地被激励。在图 13 和 14 中可以看见切口。B 的输入端布局不同于 D 的输入端布局;A 和 E 的输入端布局也不同。

第三类电极板如图 5 所示。当板 C 的指状电极 70(如图 11 所示)从中间向下锯开时,锯口并完全到达电极材料的底部。

当电流通过时,如果从光纤伸出的端部看锯齿梳并且锯齿阵列从左至右,D 板产生激励器锯齿的左右运动。C 板传导左右偏压以平衡 D 板中的电压。可以看出,此特例有 8 个锯齿梳,因为在 C 板中电极之间有 8 个间隔。B 板类似于 D 板,但其定位使得其电压造成激励器锯齿上下运动。A 板和 E 板是分别用于激励器锯齿的上下移动的正和负偏压板。

图 9 表示板的布局为：ABABACDCDCDCD 孔 42DCDCDCDCABABA。

也可以采用其它的结构。

图 10、11、12、13 和 14 表示在板中产生激励器梳的 8 个（在此例中）分开的锯齿的锯齿切口的位置。板中的锯齿切口使得每个激励器梳中的板结构如图 15 所示。每个切口 0.2mm 宽，激励器的其余 0.8mm 为每个锯齿的宽度。

图 16 表示被切割后单独看的每类板。所有这些层状切割板与压电材料的组合将组成激励器梳的一个锯齿。

图 17 表示一个激励器梳中不同的板如何彼此电连结。图中未示出孔；孔可以后钻。每个锯齿有 4 个电极输入端；U/D 控制，L/R 控制，+ 偏压和-偏压。

图 18 表示 8 个锯齿的梳状激励器结构，其上带有 2 个点和 F。

图 19 表示沿图 43 的 F-F 截面图。梳的底部宽为 1mm，切口部分为 0.8mm。此图表示每个锯齿的侧面长度。

图 20 表示所有电极输入端的进入点。U/D1 ~ U/D8 分别是 8 个激励器齿的上/下输入端。对于左/右（L/R）电极输入端的标记与此相似。+ 和 - 是偏压输入端；对于左/右偏压输入有 8 个输入端，每个输入端用于上/下正和负偏压的输入。从图 20 可以看出，所有的电极输入端都处于梳的侧面。这是为了便于操作和使整个梳的结构更紧凑。

图 21 表示切割的整体式压电激励器 30 的另一实施例，其中切割方式是类似于 32 个锯齿梳；每个锯齿 20 用作一个独立的压电激励器。压电陶瓷梳 30 的每个锯齿 20 有一个从中钻出的孔，光纤可以从中穿过。此类梳可以很容易地堆积以形成梳阵列，可以用于光学系统的输入阵列或输出阵列。例如，32 个激励器锯齿的 32 个梳可以面对 32 个锯齿的 32 个梳，由此制成  $1024 \times 1024$ （即 1024 个口）个开关。

图 22 表示带有一些电极输入端的梳状结构。每个梳齿 20 的电极激励物输入端 70 分为 4 个。从图 22 所示的 2 个锯齿的例子可以看到，输入端连结机构设置成使分开的电极输入端 D、R、L 和 U 出现在梳的外边缘周围。按这种方式可以以并列的形式堆积许多激励器梳，并且所有的电极输入端仍易于使用。



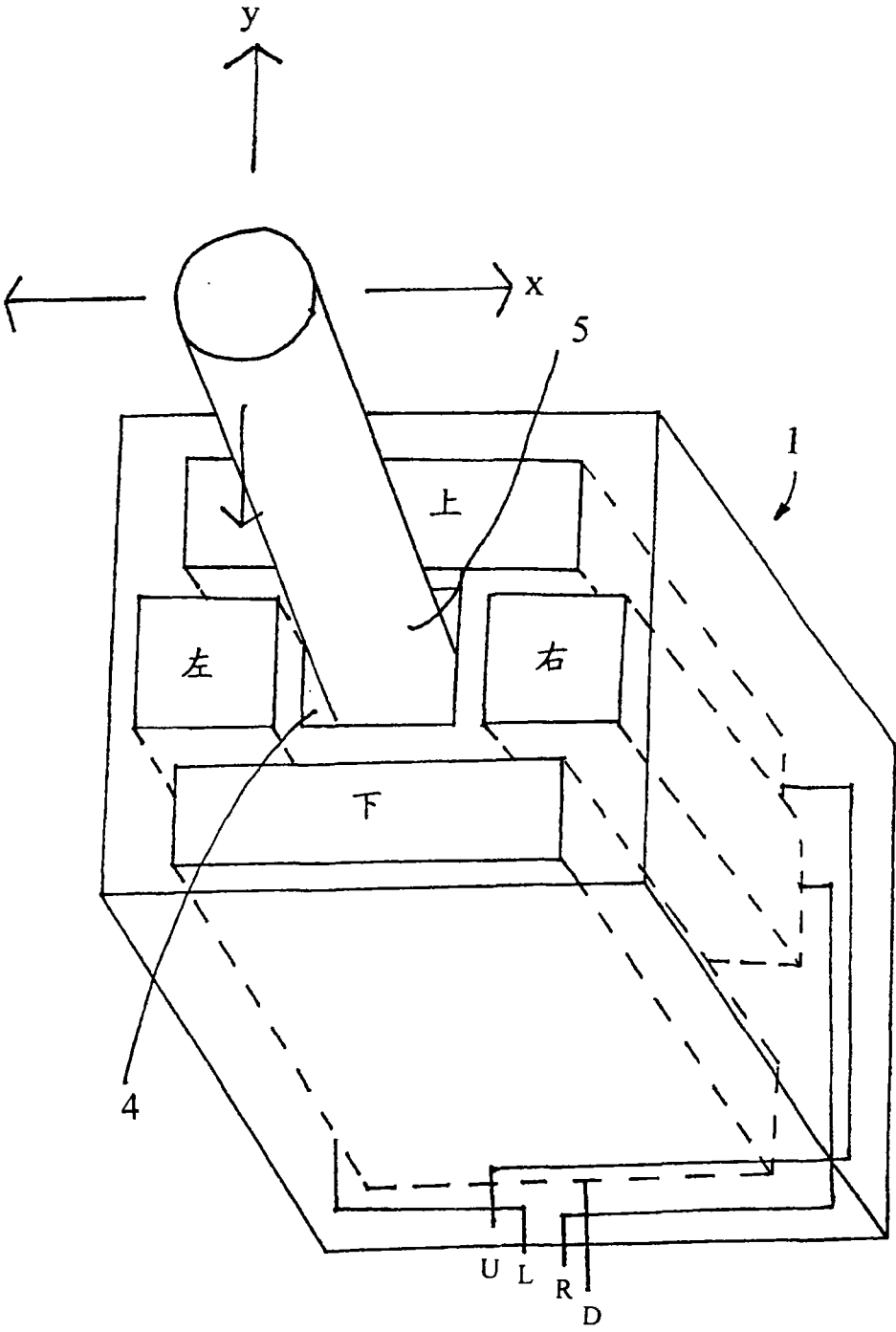


图 1

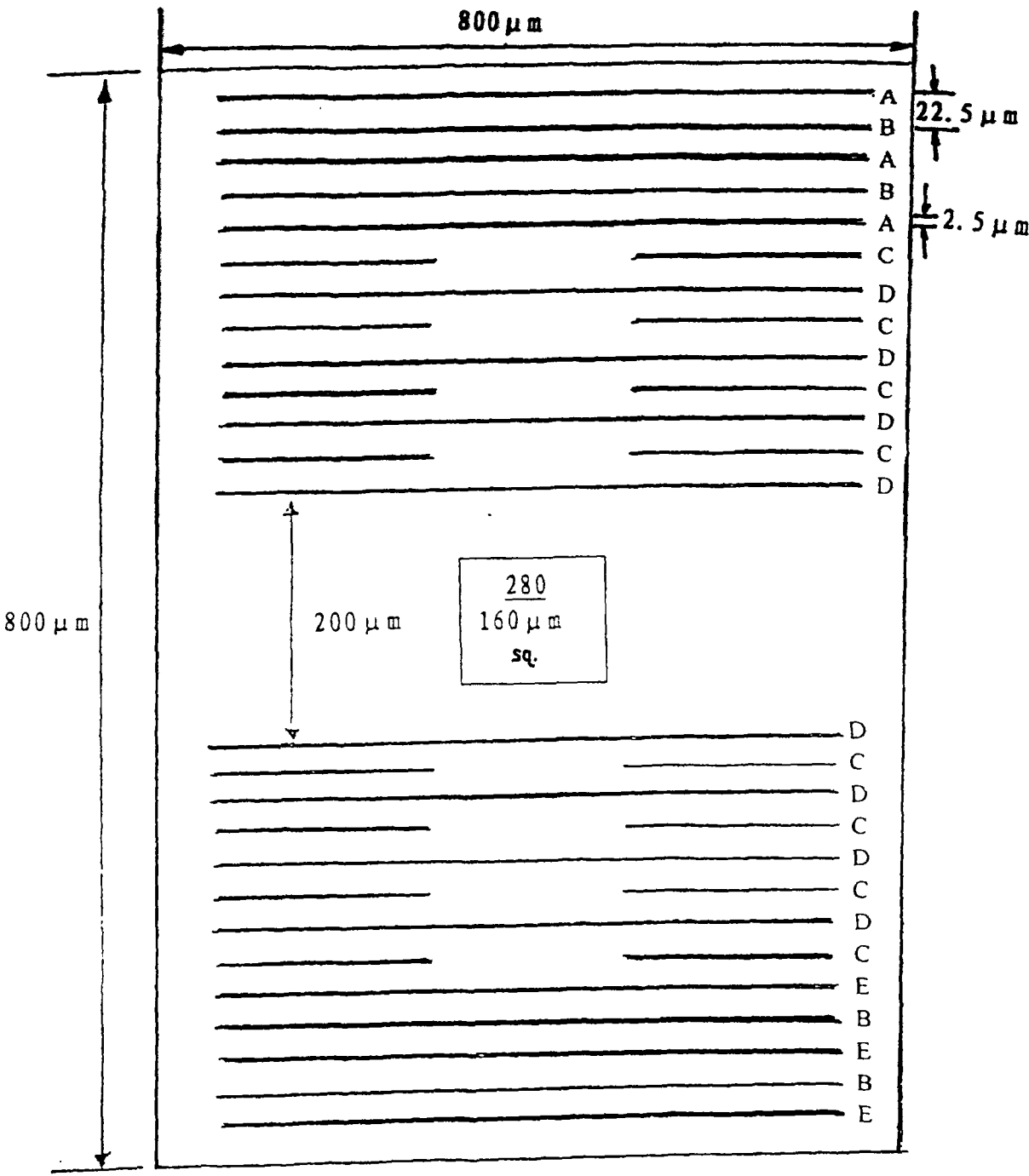


图 2

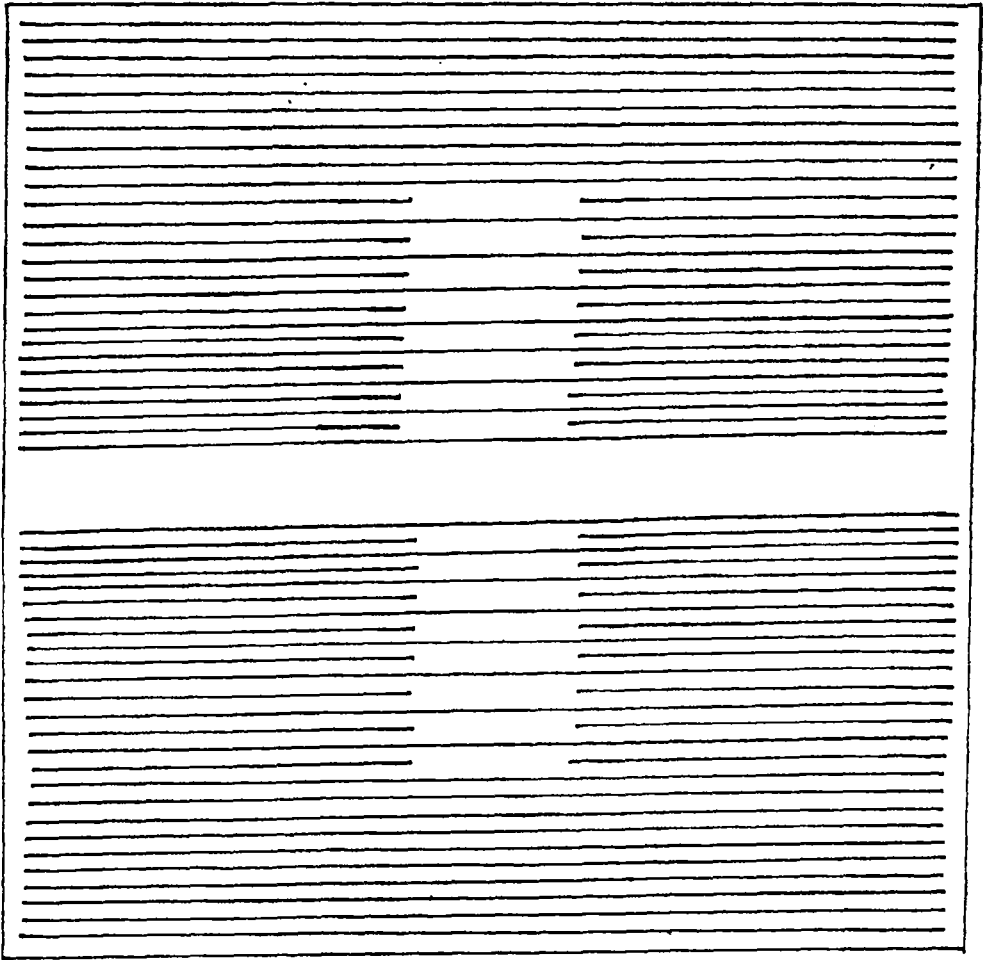


图 3

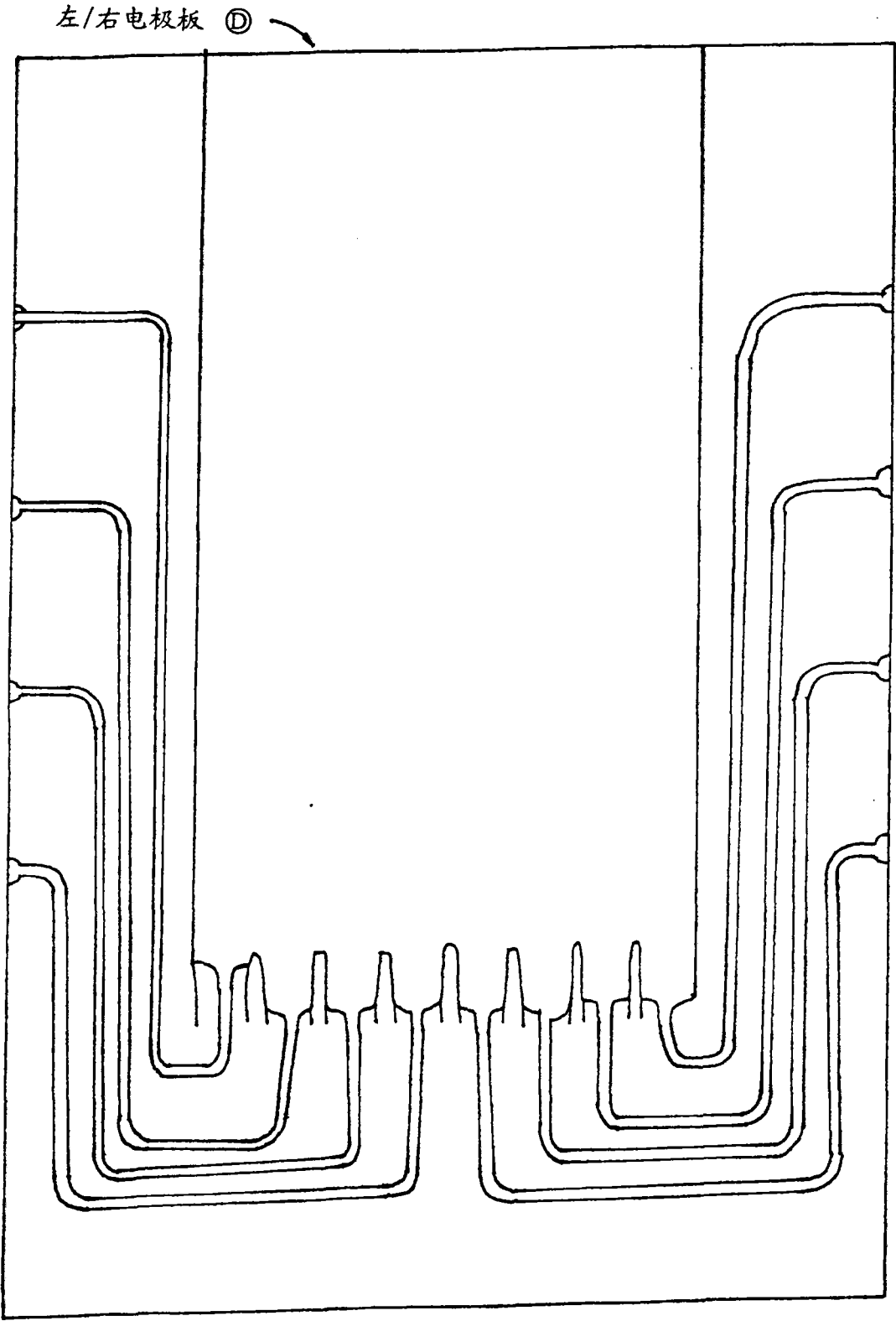


图 4

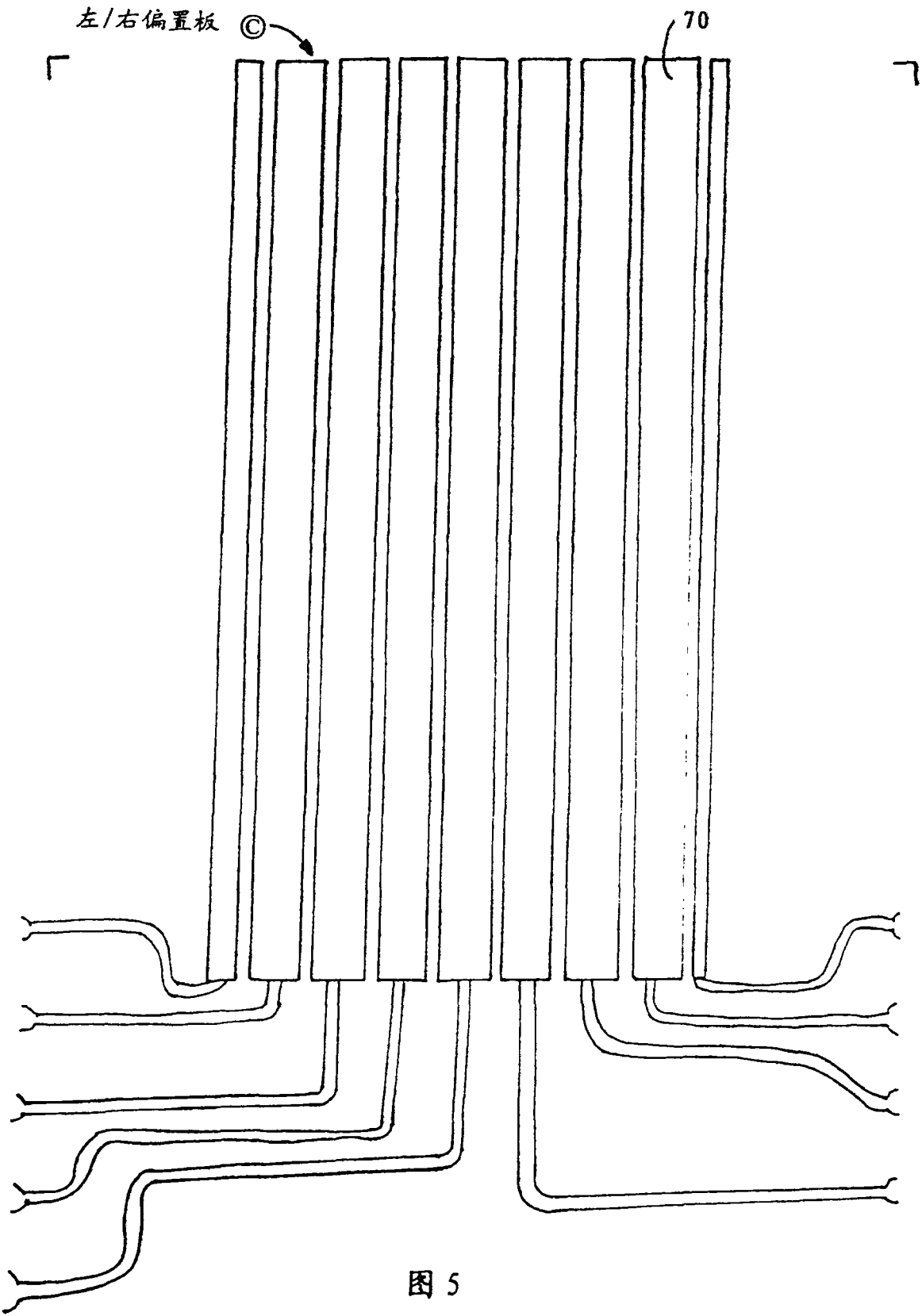


图 5

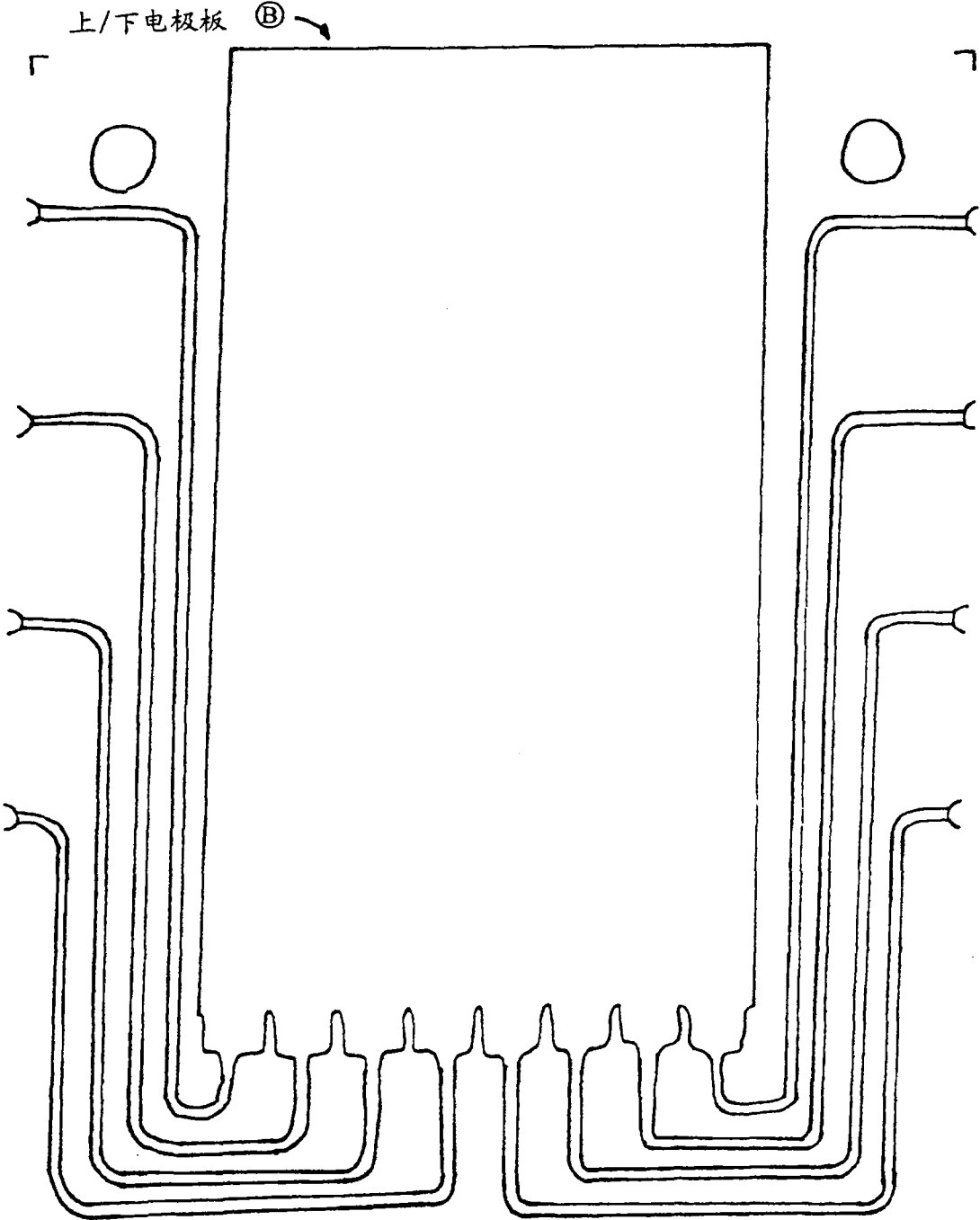
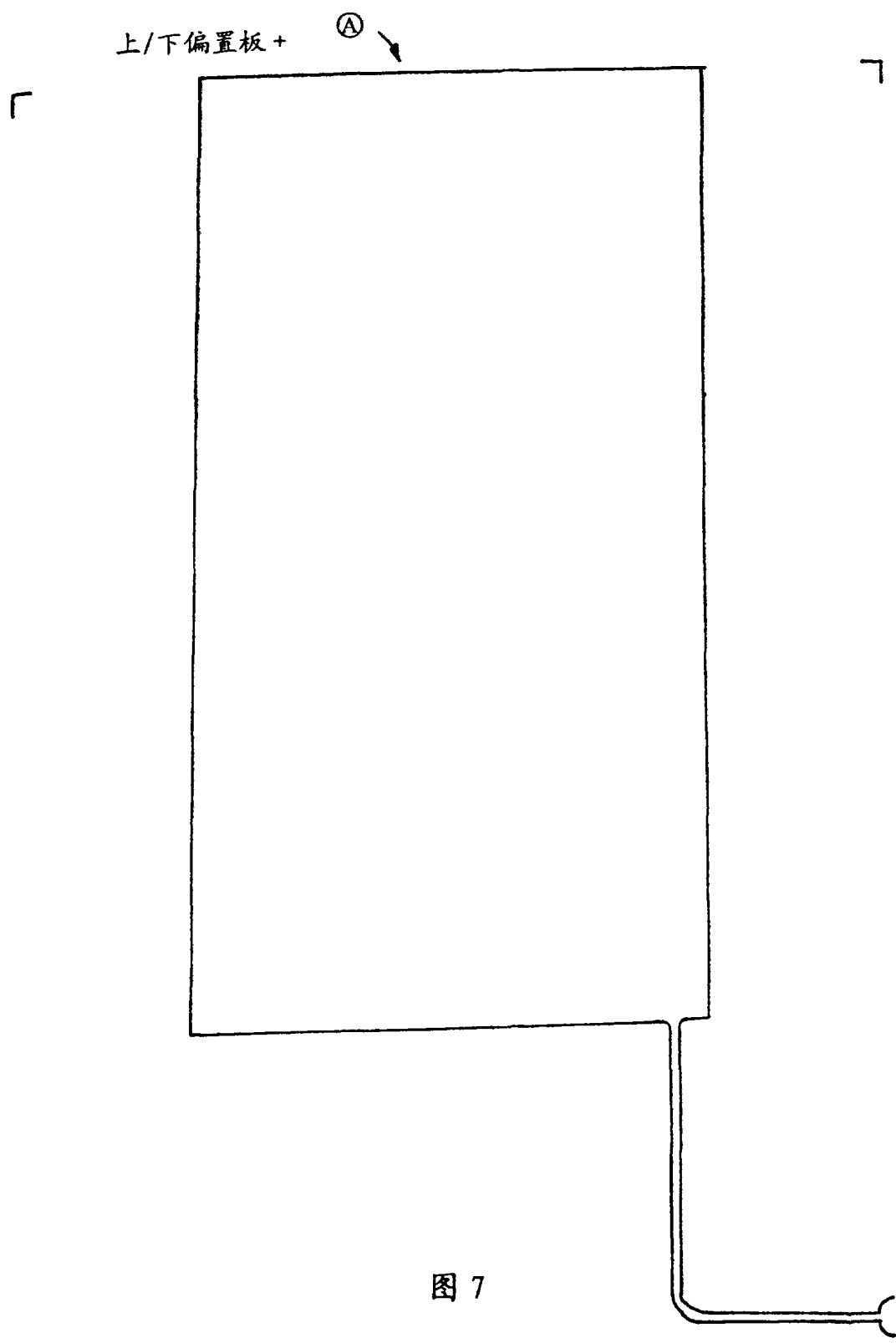
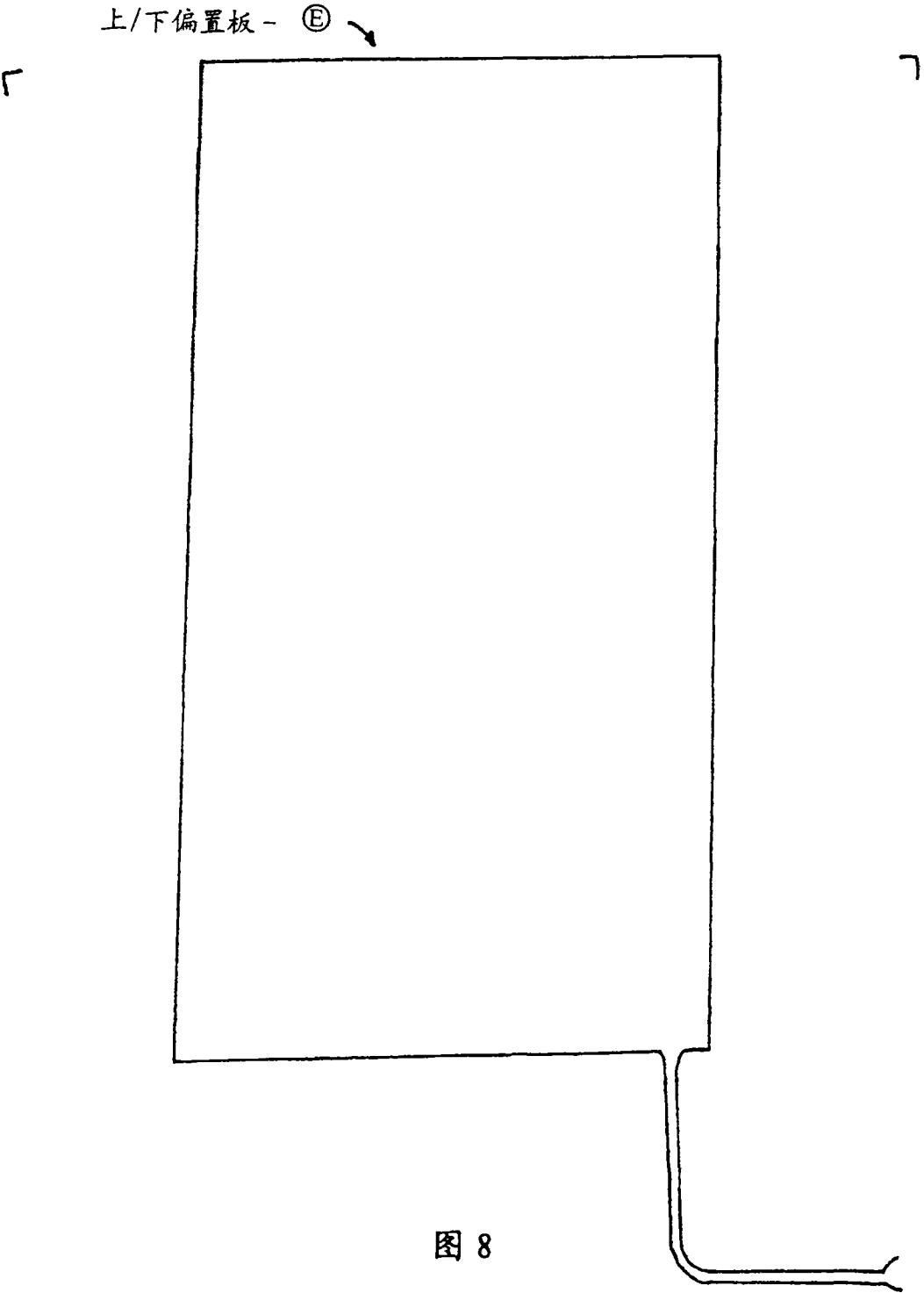


图 6







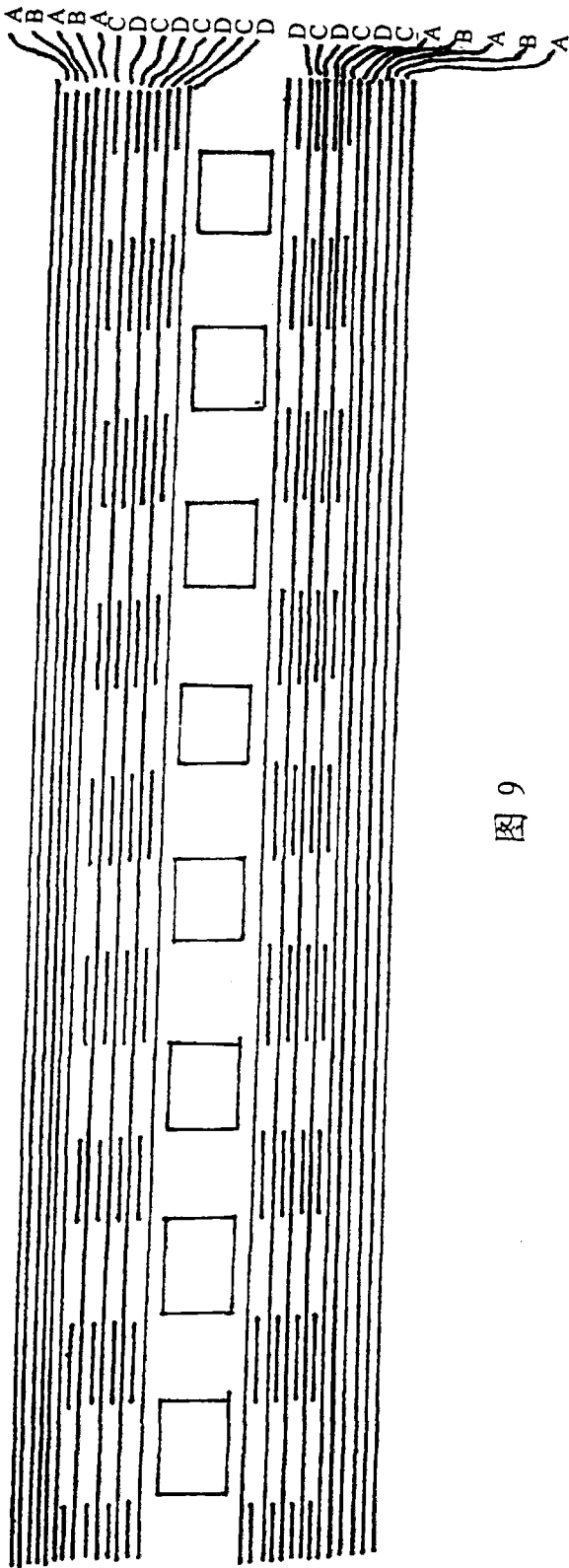


图 9

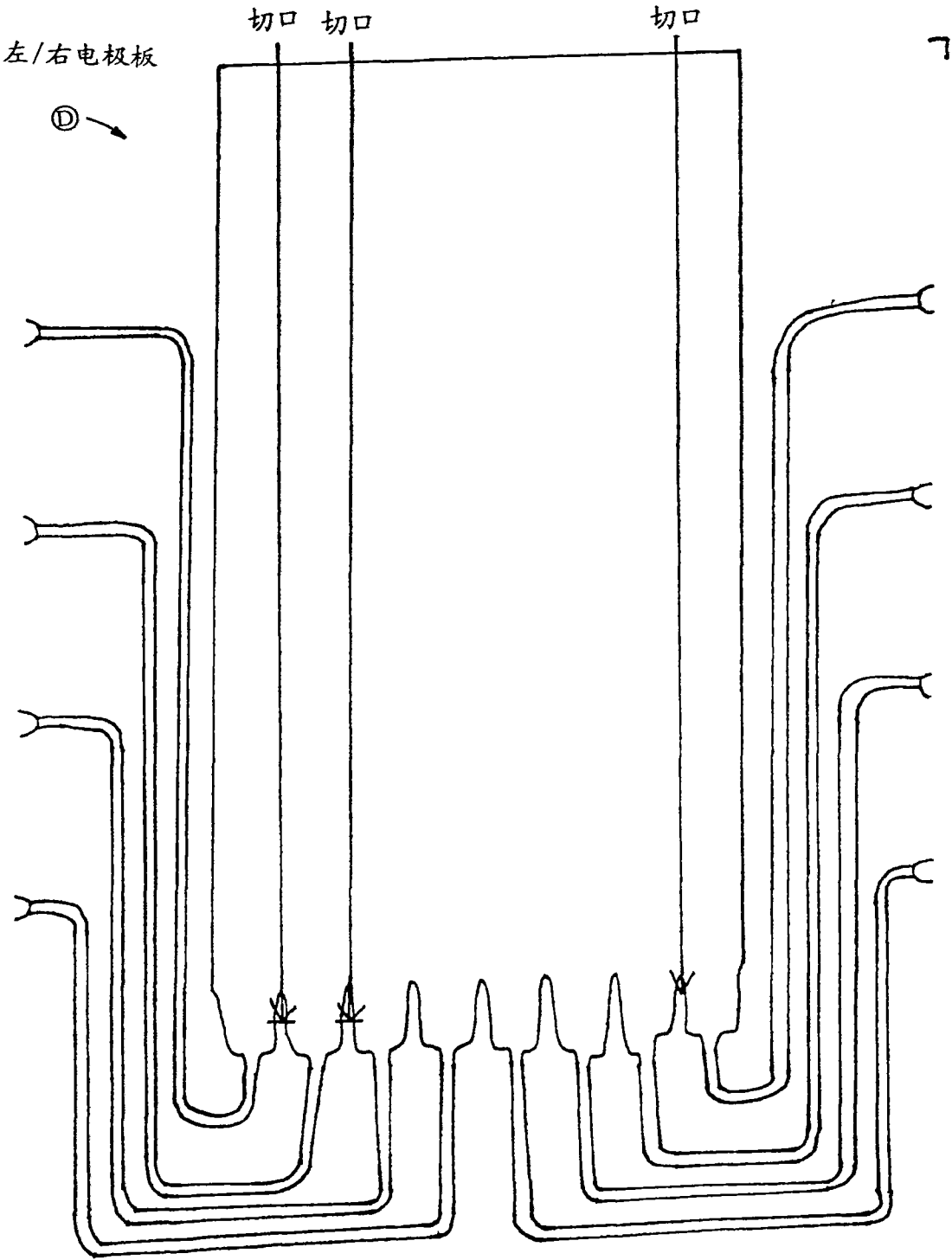
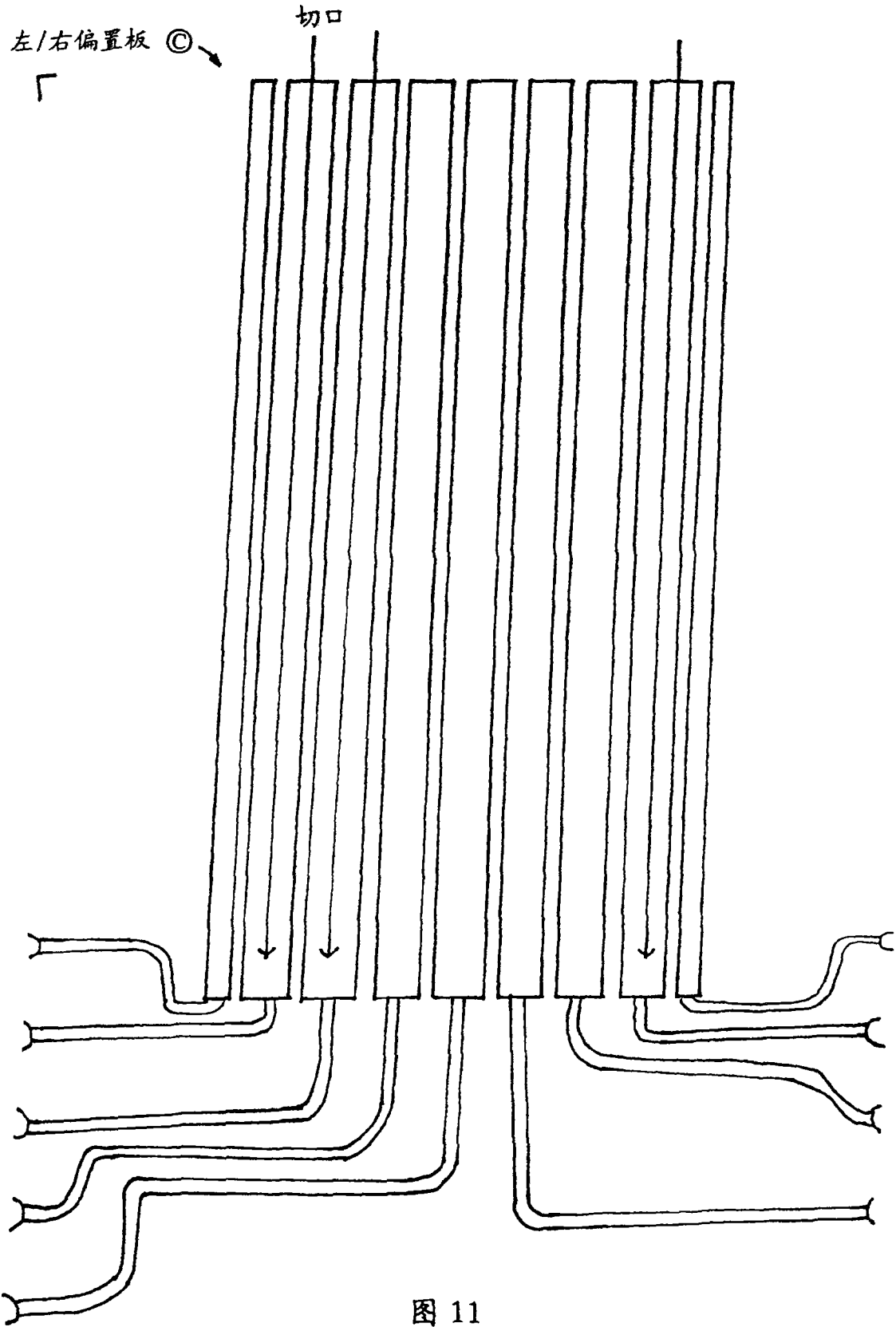


图 10



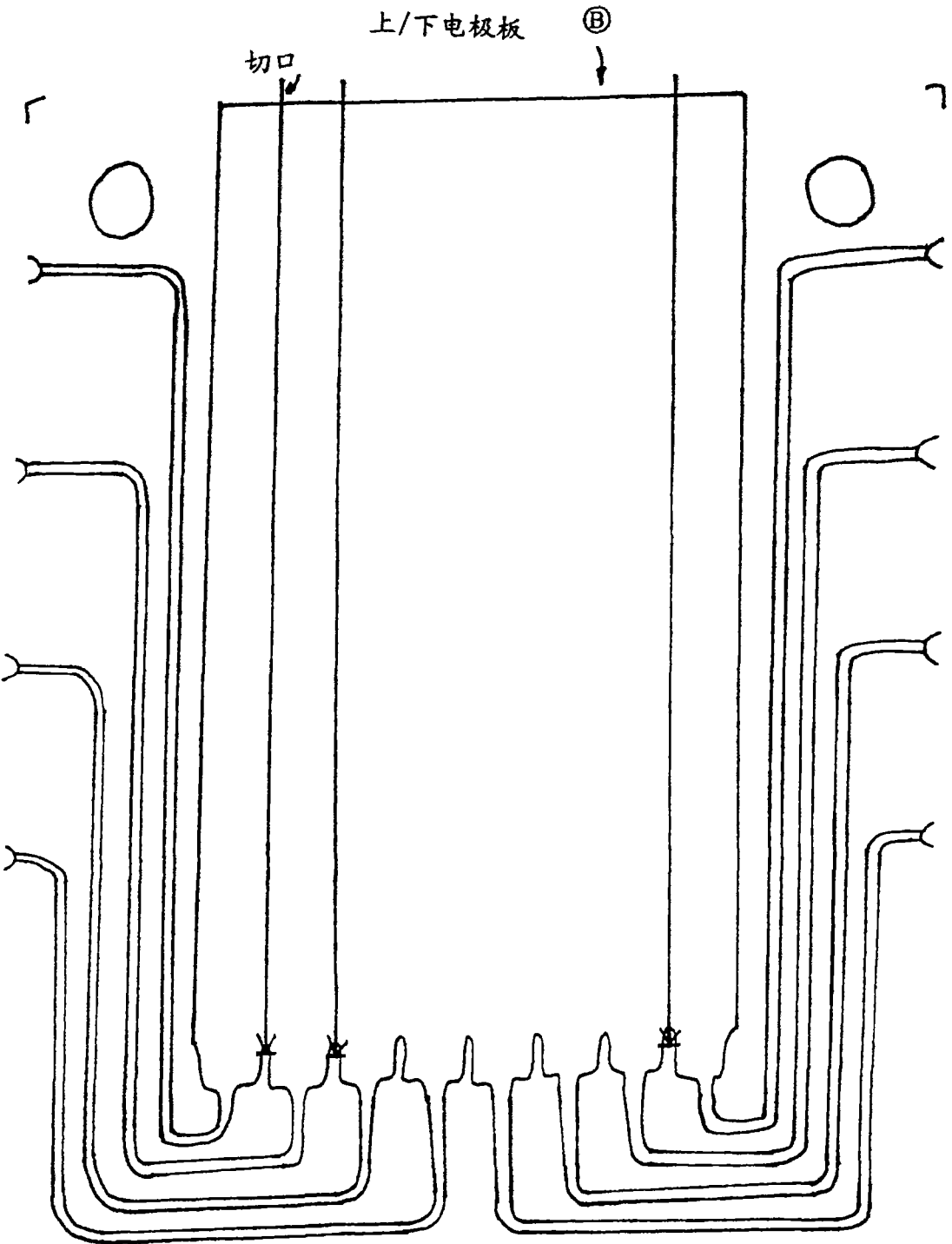


图 12

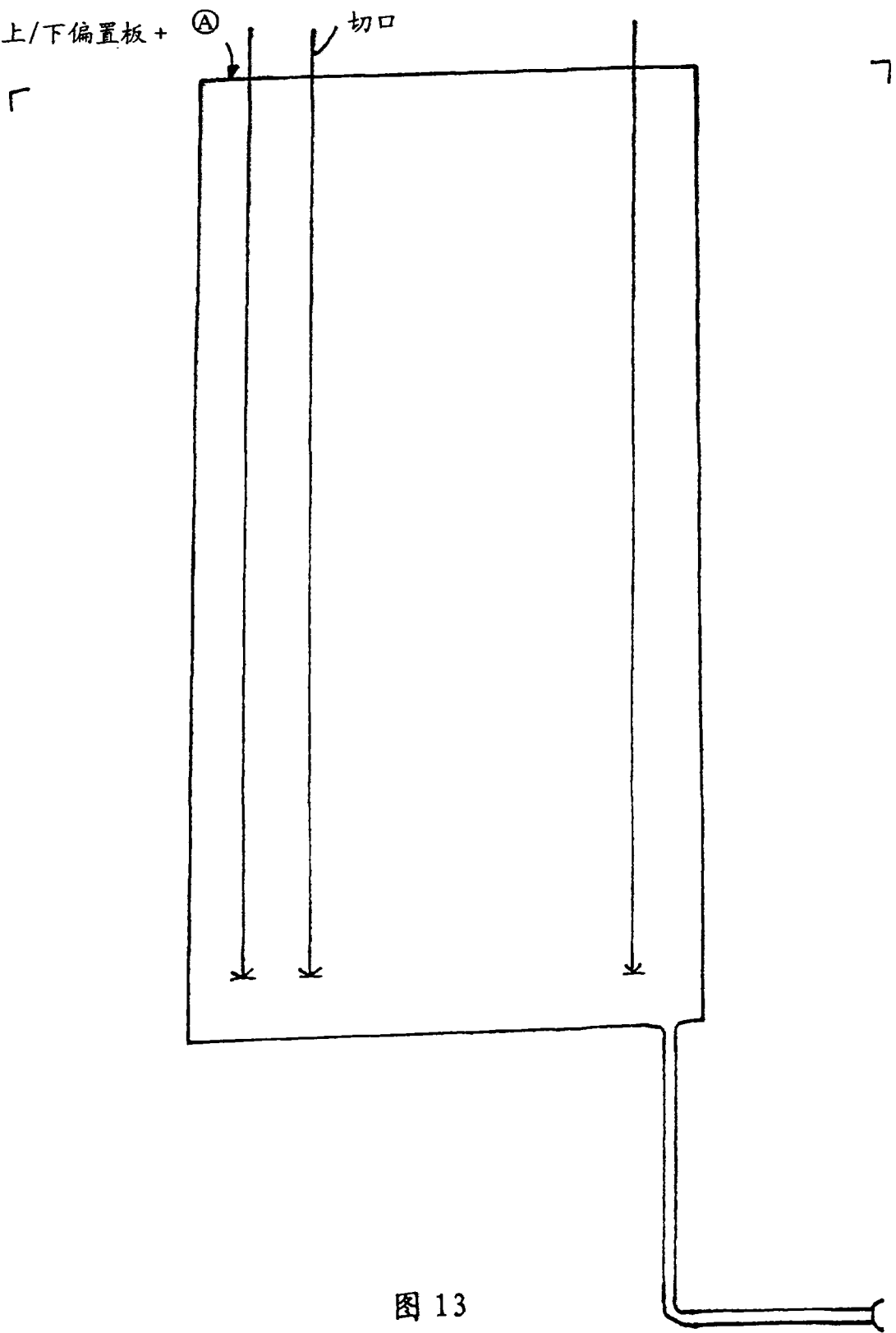


图 13

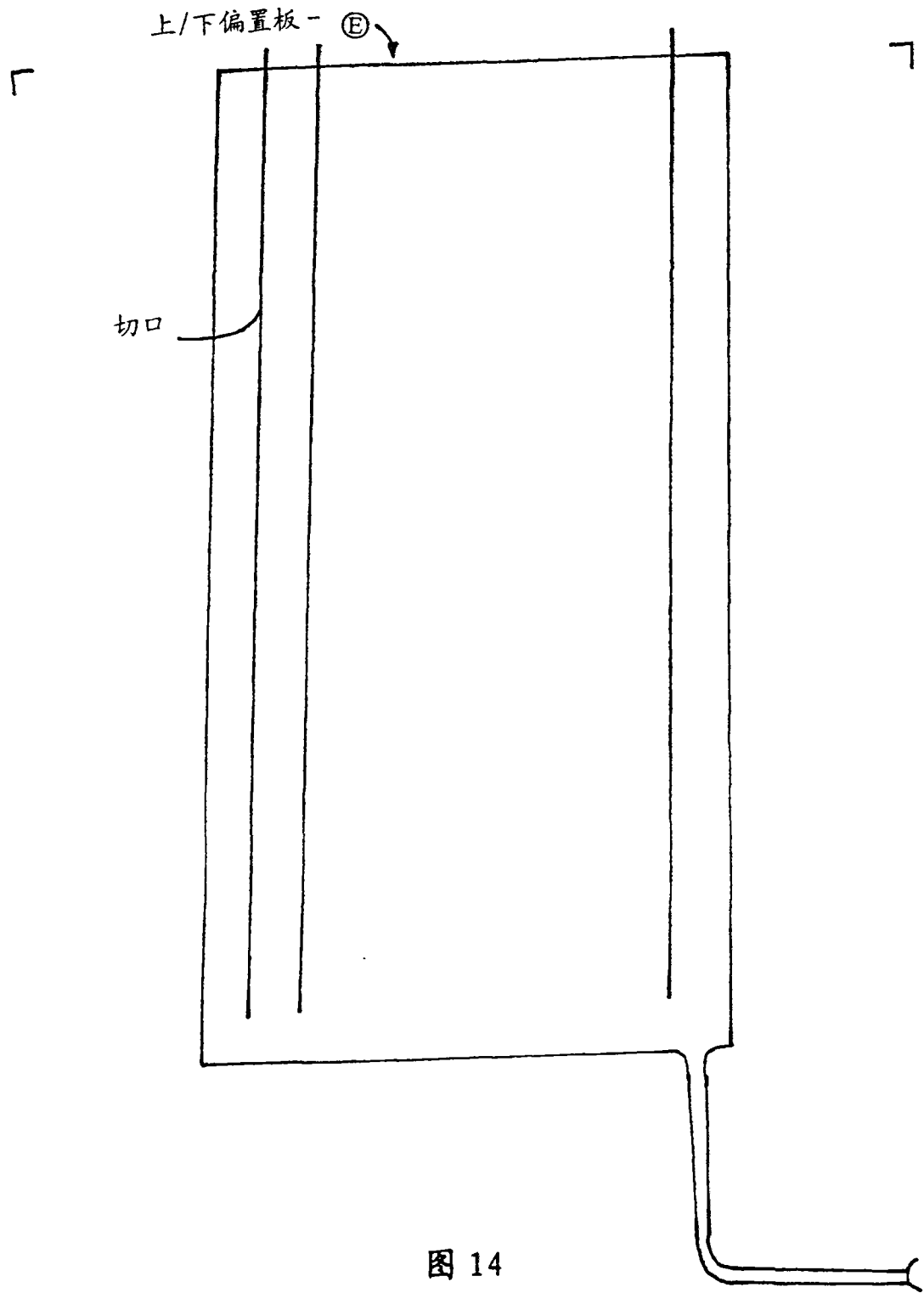


图 14

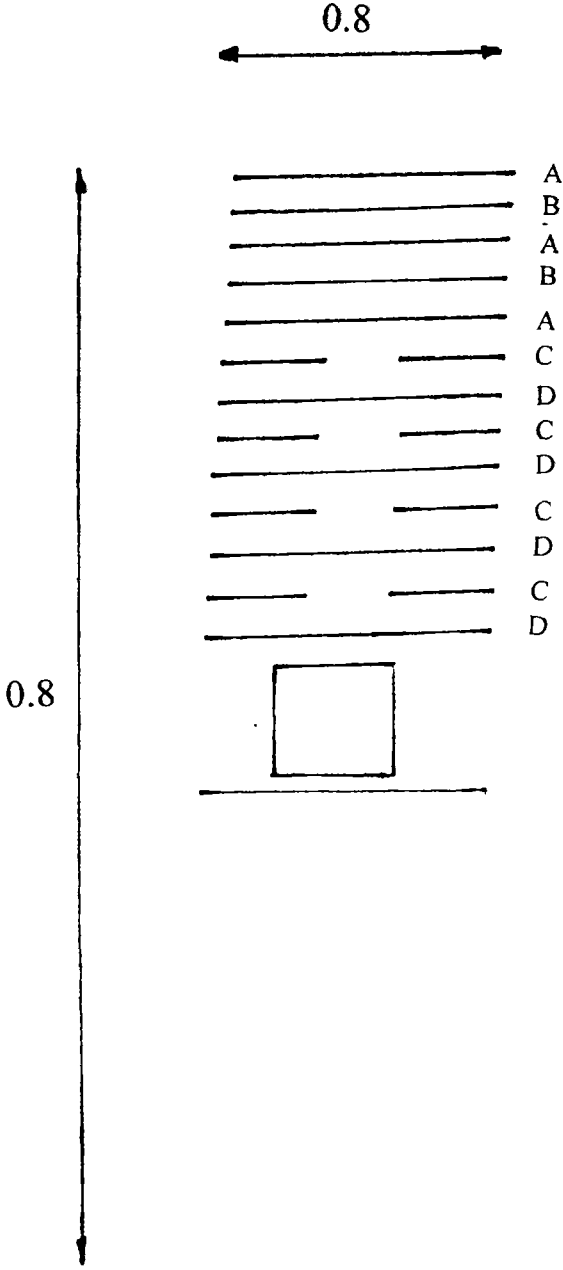


图 15

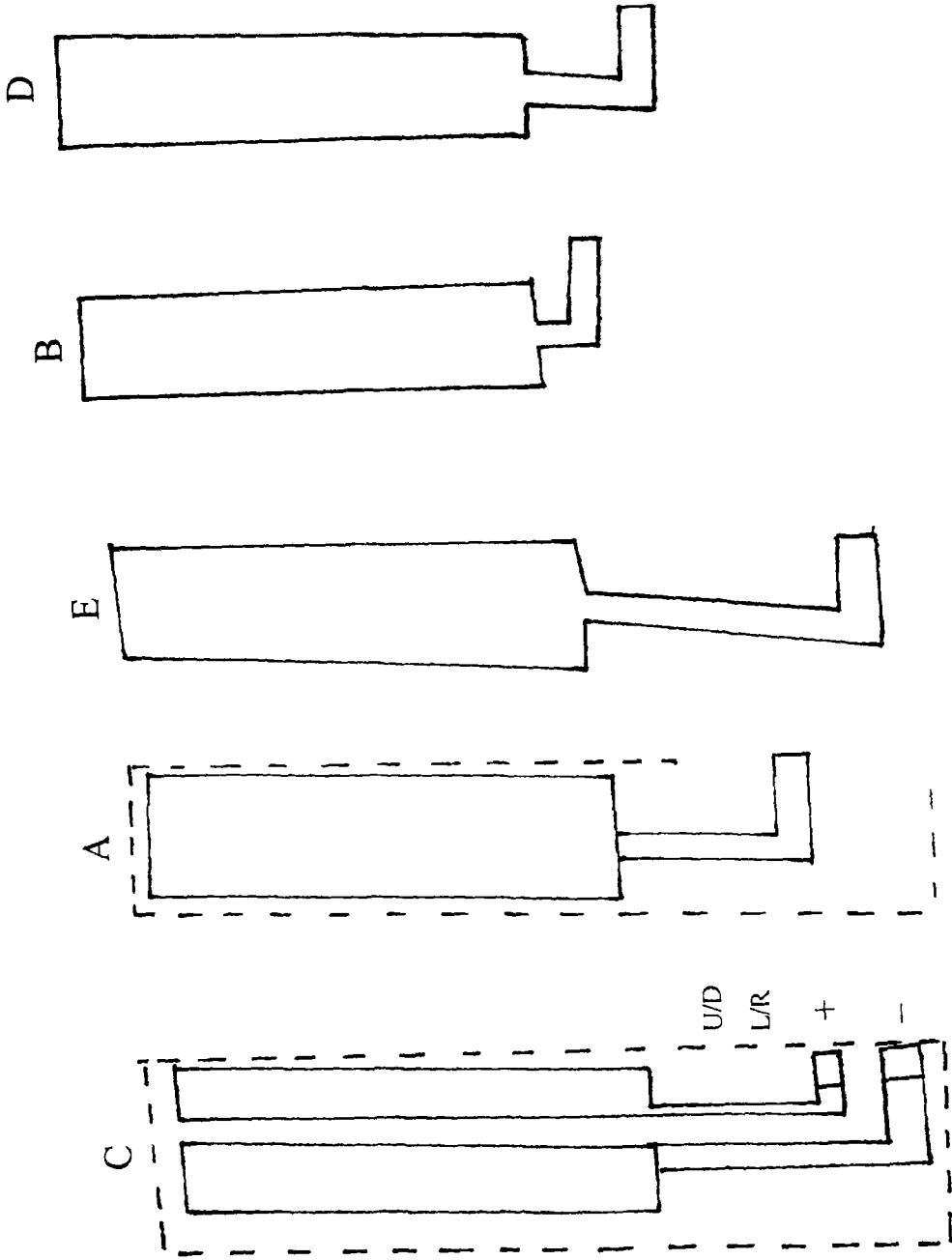


图 16





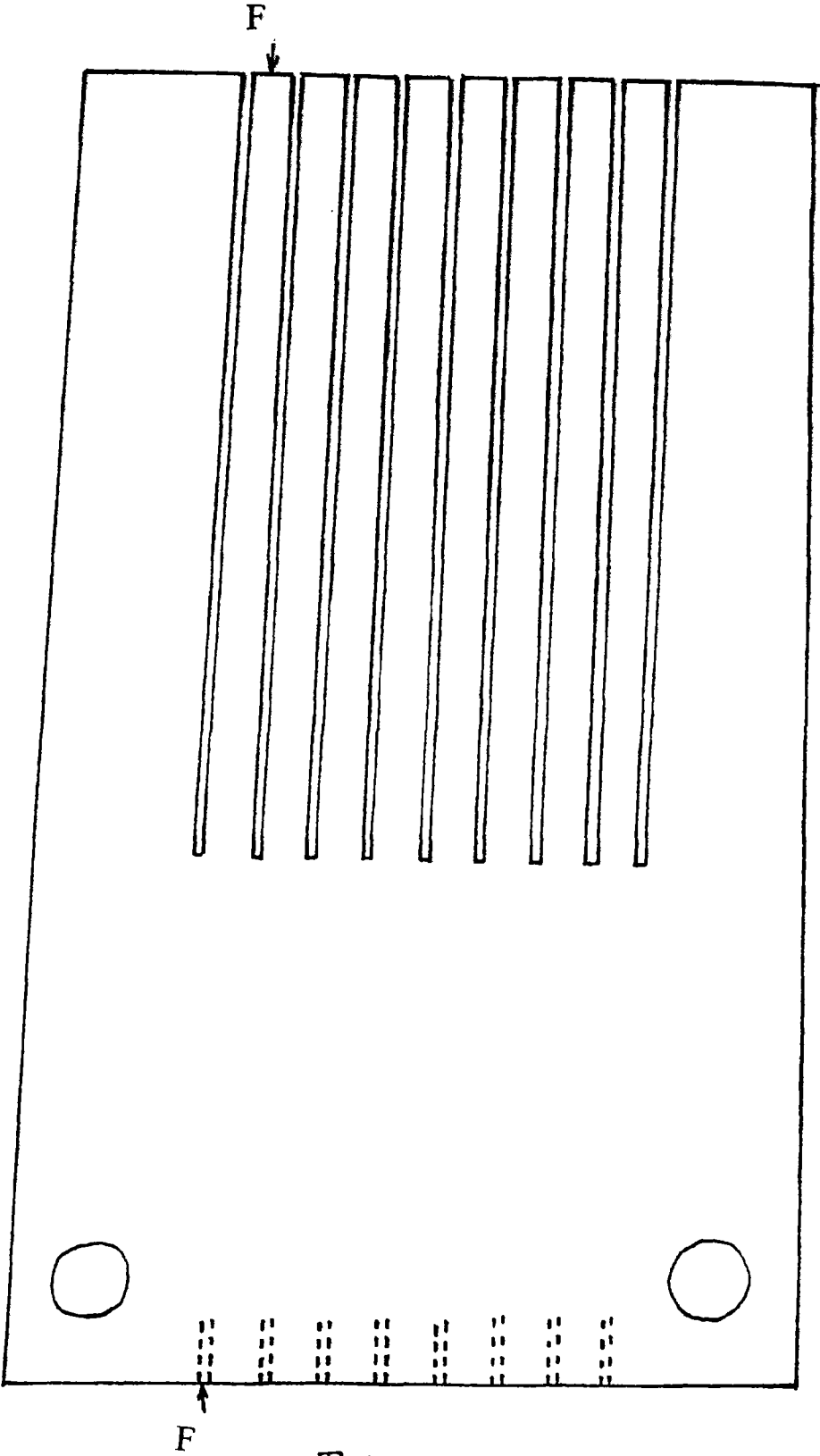


图 18

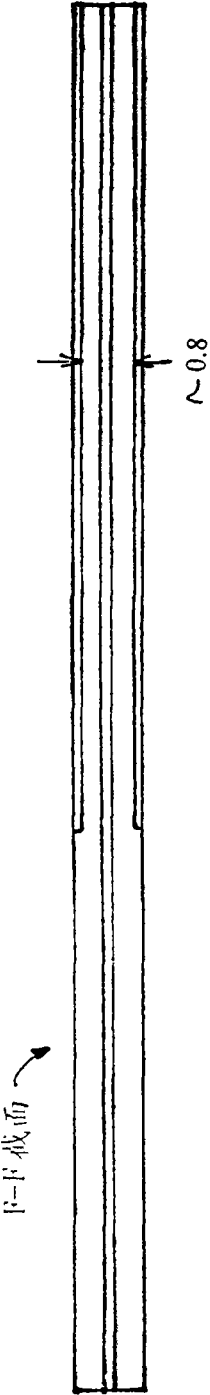


图 19

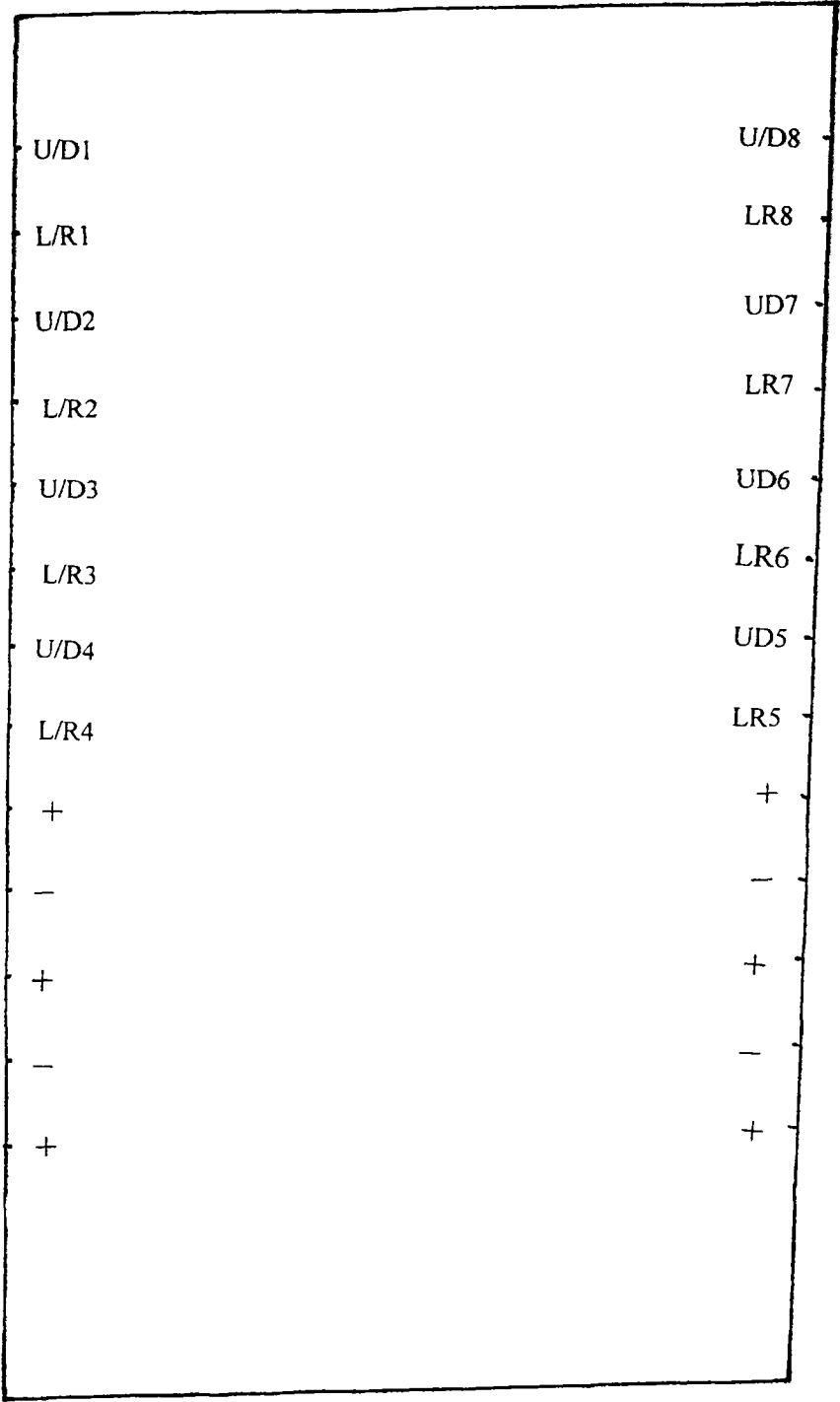


图 20

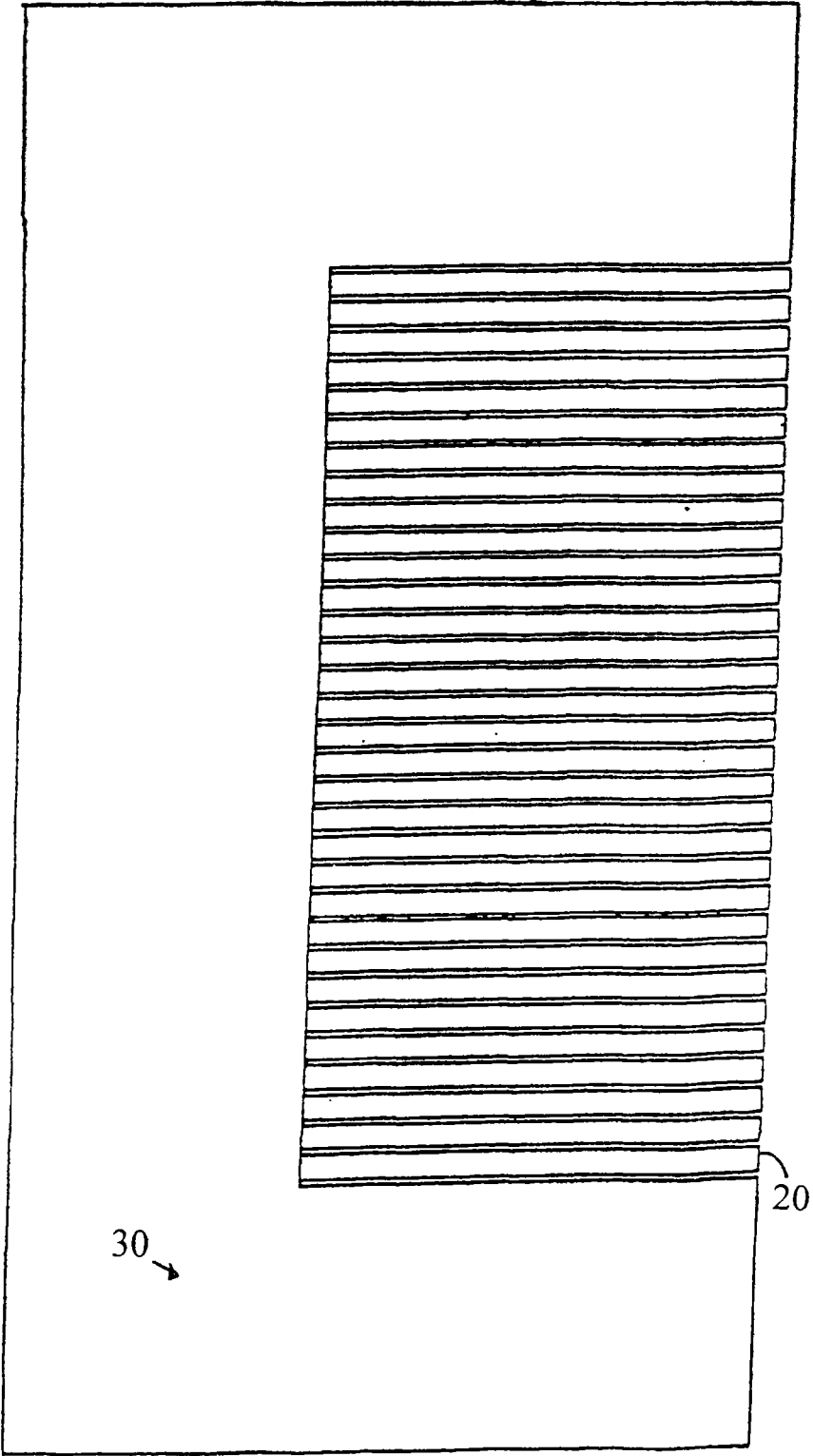


图 21

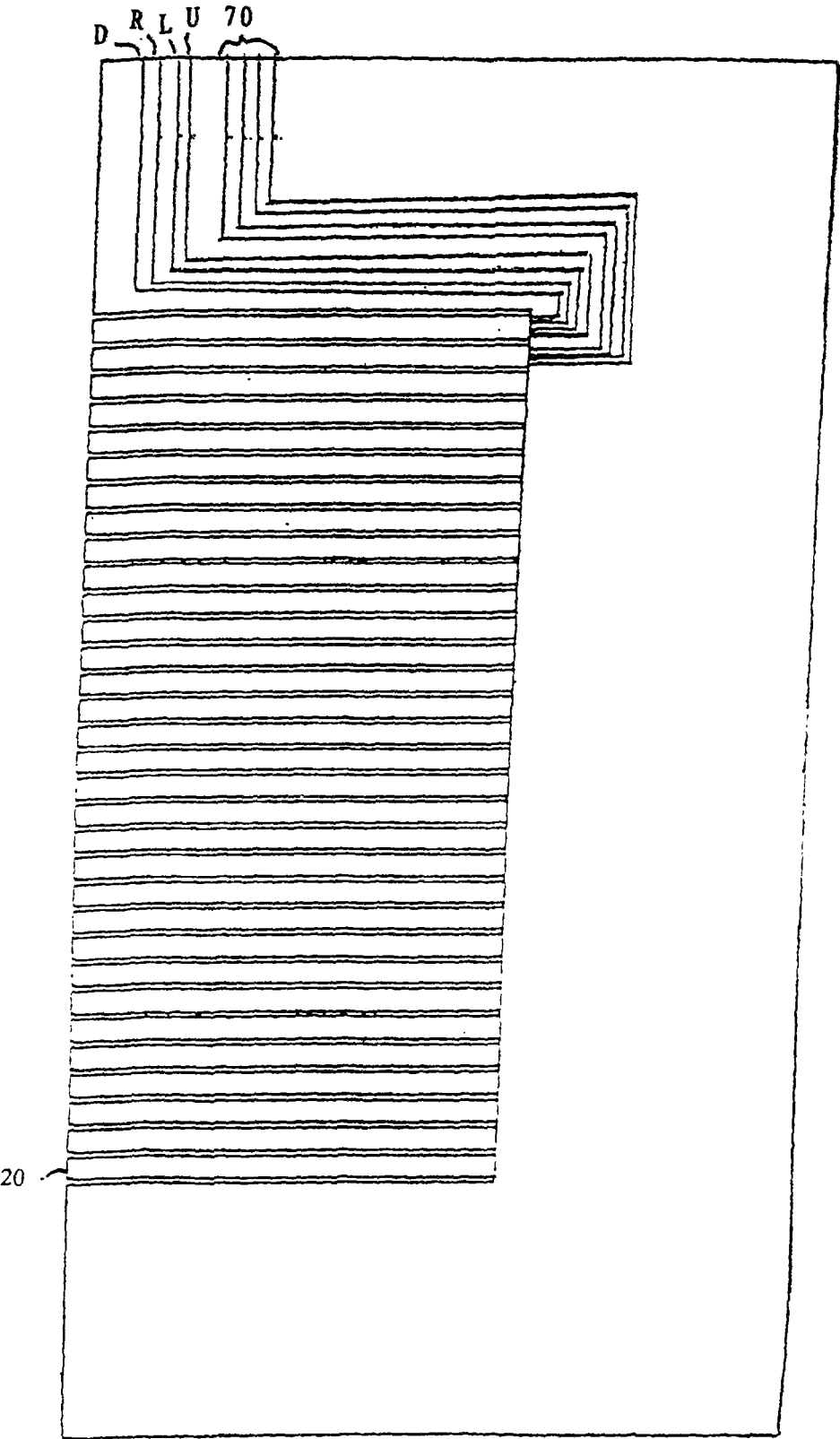


图 22