



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104337547 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 11

(21) 申请号 201410386518. 3

(22) 申请日 2014. 08. 07

(30) 优先权数据

2013-164537 2013. 08. 07 JP

(71) 申请人 柯尼卡美能达株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 小泽仁

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 岳雪兰

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006. 01)

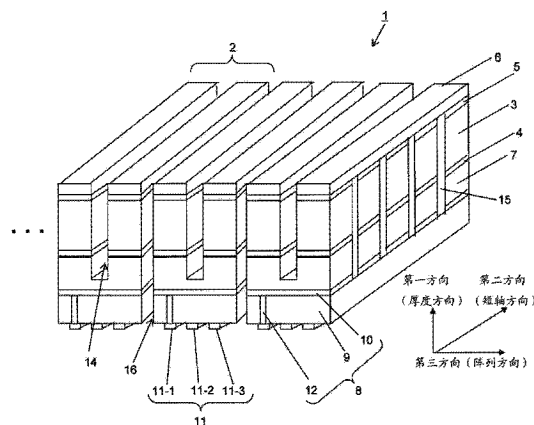
权利要求书2页 说明书15页 附图32页

(54) 发明名称

超声波探头

(57) 摘要

本发明提供一种超声波探头,其不仅能够利用压电体的分割抑制宽度振动的干扰,并且能够高可靠性地对超声波束进行开口控制。超声波探头具有层积体,该层积体具有:在第一方向上具有规定厚度的压电体、在第一方向上隔着压电体彼此相对的第一电极及第二电极、与第二电极电连接且设置在第二电极的与压电体相反一侧的中间层、隔着中间层与第二电极相对且在与第一方向正交的第二方向上延伸的第三电极。第一电极和第二电极分别在第二方向上隔着规定间隔排列有多个。层积体在与第一方向和第二方向分别正交的第三方向上排列有多个。在层积体上形成有第一沟槽,该第一沟槽贯通第一电极、压电体及第二电极形成至中间层的一部分且在第二方向上延伸。



1. 一种超声波探头,其特征在于,具有层积体,该层积体具有:
在第一方向上具有规定厚度的压电体、
在所述第一方向上隔着所述压电体彼此相对的第一电极及第二电极、
与所述第二电极电连接且设置在所述第二电极的与所述压电体相反一侧的中间层、
隔着所述中间层与所述第二电极相对且在与所述第一方向正交的第二方向上延伸的第三电极,
所述第一电极及所述第二电极分别在所述第二方向上隔着规定间隔排列有多个,
所述层积体在与所述第一方向及所述第二方向分别正交的第三方向上排列有多个,
在所述层积体上形成有第一沟槽,该第一沟槽贯通所述第一电极、所述压电体及所述第二电极形成至所述中间层的一部分且在所述第二方向上延伸。
2. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,所述层积体还具有:
设置于所述中间层与所述第三电极之间的第四电极、
设置于所述第四电极与所述第三电极之间的绝缘层、
贯通所述绝缘层而电连接所述第三电极与所述第四电极的导电部。
3. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,在所述第二方向上具有在所述第三电极的一部分与所述中间层的一部分之间形成有绝缘层的区域。
4. 如权利要求3所示的超声波探头,其特征在于,所述第三电极在所述第三方向上形成有多个。
5. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,在所述层积体上形成有至少贯通所述第一电极、所述压电体、所述第二电极及所述中间层且在所述第三方向上延伸的第二沟槽。
6. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层在所述第二方向上隔着规定间隔排列有多个;
在所述第二方向上邻接的所述中间层彼此的间隔由于所述第一方向的位置不同而有所不同。
7. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,所述压电体为多个压电层与树脂层在所述第二方向上邻接的复合结构;
所述第二方向的所述压电层的宽度窄于所述第二电极的宽度。
8. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层的至少表面的一部分具有导电性。
9. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层为导电体。
10. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层为多个导体层与绝缘体层在所述第三方向上邻接的复合结构;
在所述中间层的与所述第三方向上隔着所述第一沟槽邻接的所述压电体相对的区域,配置有至少一层所述导体层。
11. 如权利要求1所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层为多个导体层与绝缘体层在所述第二方向上交替排列的层积结构;
在所述中间层的与所述第二方向上邻接的所述第二电极间的区域相对的区域,配置有所述绝缘体层的至少一部分。

12. 如权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层具有横跨多个所述第二电极形成的部分。

13. 如权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层的声阻抗为所述压电体的声阻抗以上。

14. 如权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层的声阻抗低于所述压电体的声阻抗。

15. 如权利要求 1 所述的超声波探头,其特征在于,所述中间层的厚度为 0.01mm 以上。

超声波探头

技术领域

[0001] 本发明涉及用于超声波图像诊断装置的超声波探头,该超声波图像诊断装置对生物体内辐射超声波,并利用从各生物体内组织反射的超声波将生物体内的组织信息图像化。

背景技术

[0002] 超声波图像诊断是对生物体内辐射超声波,并利用从各生物体内组织反射的超声波将生物体内的组织信息图像化的图像诊断方法。超声波探头内的压电体具有利用被施加的电信号产生超声波,并且接收从生物体内组织反射的超声波并将其转换为电信号的作用。

[0003] 图 39 是表示专利文献 1 所示的 1.5D 超声波换能器阵列中的压电体的相互电连接的立体图。在图 39 所示的方式的超声波换能器中,除了能够对沿用 X 轴表示的阵列方向被分割的各压电体进行电子扫描外,还能够通过形成沟槽 108,110 进行用 Y 轴表示的短轴方向的开口控制。

[0004] 需要说明的是,对于上述压电体,为了防止压电元件的阵列方向即宽度方向的振动引起的干扰,有时在宽度方向上进行辅助切割(サブダイス)。所谓“进行辅助切割”,是指通过设置贯通压电元件的一部分或整体的沟槽而分割该压电元件。通常,超声波探头内的压电体利用相当于其厚度 T 的厚度纵向振动。然而,如果压电体的宽度 W 相对厚度 T 为规定值以上,则厚度纵向振动与依赖于宽度 W 的宽度振动发生干扰,有时不能得到目标的厚度纵向振动。另一方面,如果压电体的宽度 W 相对厚度 T 低于规定值,则压电体变得过细,复杂的振动模式相互干扰,有时不能得到目标的厚度纵向振动。因此,压电体的厚度 T 与宽度 W 之比 W/T 存在优选值。因此,在压电体的 W/T 比大于上述优选值的情况下,通常“进行辅助切割”而设置贯通该压电体的一部分或整体的沟槽。

[0005] 专利文献 1:美国专利第 5617865 号说明书

[0006] 在以上说明的为了防止干扰而进行的辅助切割以分离压电体为目的,但如果分离至与压电体对应的电极,则不能对与邻接的压电体对应的各电极施加同一电压,从而不能进行超声波束的开口控制。为了使超声波束的开口控制成为可能,需要将各电极电连接的配线,然而因电极的配置等而配线结构变得复杂。这样,作为能够进行超声波束的开口控制的超声波探头,优选不仅确保导通与邻接的压电体对应的电极而且分离了压电体的结构。通常,在 1D 阵列超声波探头中沿阵列方向排列有数百个压电体,但在 1.25D ~ 1.75D 阵列超声波探头中还沿短轴方向需要排列数个至数十个左右的压电体,压电体的总数有时会达到数千个。因此,在 1.25D ~ 1.75D 阵列超声波探头中,将各电极电连接的配线结构变得更复杂。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种不仅能够利用压电体的分割抑制宽度振动的干扰,并

且能够高可靠性地对超声波束进行开口控制的超声波探头。

[0008] 本发明的一方式提供一种超声波探头,其具有层积体,该层积体具有:在第一方向上具有规定厚度的压电体、在所述第一方向上隔着所述压电体彼此相对的第一电极及第二电极、与所述第二电极电连接且设置在所述第二电极的与所述压电体相反一侧的中间层、隔着所述中间层与所述第二电极相对并且在与所述第一方向正交的第二方向上延伸的第三电极,所述第一电极及所述第二电极分别在所述第二方向上隔着规定间隔排列有多个,所述层积体在与所述第一方向及所述第二方向分别正交的第三方向上排列有多个,在所述层积体上形成有第一沟槽,该第一沟槽贯通所述第一电极、所述压电体及所述第二电极形成至所述中间层的一部分且在所述第二方向上延伸。

[0009] 根据本发明的超声波探头,在沿第二方向隔着规定间隔排列的多个压电体与控制压电体的驱动数(开口)的第三电极之间设置中间层,构成沿第二方向延伸的第一沟槽贯通至中间层的一部分的辅助切割结构,由此,能够不受超声波探头制作时的加工精度及部件差异的影响而高可靠性地实现多个压电体与第三电极之间的电连接。根据该结构,能够利用沿第二方向延伸的第三电极,第二方向上排列的多个压电体的开口控制成为可能。

附图说明

[0010] 图1是表示本发明第一实施方式的超声波探头的立体图;

[0011] 图2是沿第二方向(短轴方向)用第三电极11-1切断由复合压电结构构成的第一实施方式的超声波探头的剖面图;

[0012] 图3是表示“压电相宽度 $W_p \ll$ 第二电极宽度 W_e ”时的复合压电结构的示意图;

[0013] 图4是表示“压电相宽度 $W_p >$ 第二电极宽度 W_e ”时的复合压电结构的示意图;

[0014] 图5是沿第二方向(短轴方向)排列的多个中间层的间隔在第一方向(厚度方向)上不同的用第三电极11-1切断的超声波探头的剖面图;

[0015] 图6是沿第二方向(短轴方向)用第三电极11-1切断第一实施方式的超声波探头的剖面图;

[0016] 图7是沿第三方向(阵列方向)在图6所示的压电体3-1的位置切断第一实施方式的超声波探头的剖面图;

[0017] 图8是沿第三方向(阵列方向)在第二方向(短轴方向)的压电体3-1的位置切断第一实施方式的超声波探头的剖面图;

[0018] 图9是沿第二方向(短轴方向)用第三电极11-1切断第一实施方式的超声波探头的剖面图;

[0019] 图10是表示具有横跨多个第二电极形成的部分的中间层的立体图;

[0020] 图11是在具有横跨多个第二电极形成的部分的中间层上层积有压电体时的层积体的示意图;

[0021] 图12是表示具有横跨多个第二电极形成的部分的中间层结构例的示意图;

[0022] 图13是表示具有横跨多个第二电极形成的部分的中间层结构例的示意图;

[0023] 图14是表示双面FPC的结构例的立体图;

[0024] 图15是表示在第二方向(短轴方向)上将压电体3一分为五的第一实施方式超声波探头的任意一个通道(チャンネル)中的发送电路结构例的示意图;

- [0025] 图 16 是在第一方向上从压电体侧所观察到的双面 FPC 的俯视图；
- [0026] 图 17 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-1 切断以连接信号线与第三电极 11-1 的方式进行切换时的超声波探头 1 的剖面图；
- [0027] 图 18 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-1 的位置切断超声波探头 1 的剖面图；
- [0028] 图 19 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-2 切断以连接信号线与第三电极 11-2 的方式进行切换时的超声波探头 1 的剖面图；
- [0029] 图 20 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-3 的位置切断超声波探头 1 的剖面图；
- [0030] 图 21 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-3 切断以连接信号线与第三电极 11-3 的方式进行切换时的超声波探头 1 的剖面图；
- [0031] 图 22 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-2 的位置切断超声波探头 1 的剖面图；
- [0032] 图 23 是表示本发明第二实施方式的超声波探头的立体图；
- [0033] 图 24 是在第一方向上从压电体侧所观察到的单面 FPC 的俯视图；
- [0034] 图 25 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-1 切断以连接信号线与第三电极 11-1 的方式进行切换时的超声波探头 111 的剖面图；
- [0035] 图 26 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-1 的位置切断超声波探头 111 的剖面图；
- [0036] 图 27 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-2 切断以连接信号线与第三电极 11-2 的方式进行切换时的超声波探头 111 的剖面图；
- [0037] 图 28 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-3 的位置切断超声波探头 111 的剖面图；
- [0038] 图 29 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-3 切断以连接信号线与第三电极 11-3 的方式进行切换时的超声波探头 111 的剖面图；
- [0039] 图 30 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-2 的位置切断超声波探头 111 的剖面图；
- [0040] 图 31 是表示本发明第三实施方式的超声波探头的立体图；
- [0041] 图 32 是在第一方向上从压电体侧所观察到的中间层及单面 FPC 的俯视图；
- [0042] 图 33 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-1 切断以连接信号线与第三电极 11-1 的方式进行切换时的超声波探头 121 的剖面图；
- [0043] 图 34 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-1 的位置切断超声波探头 121 的剖面图；
- [0044] 图 35 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-2 切断以连接信号线与第三电极 11-2 的方式进行切换时的超声波探头 121 的剖面图；
- [0045] 图 36 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-3 的位置切断超声波探头 121 的剖面图；
- [0046] 图 37 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-3 切断以连接信号线与第三电极 11-3 的方式进行切换时的超声波探头 121 的剖面图；

[0047] 图 38 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-2 的位置切断超声波探头 121 的剖面图；

[0048] 图 39 表示专利文献 1 所示的三维超声波换能器阵列中压电体的相互电连接的立体图。

[0049] 符号说明

[0050] 1,111,121 超声波探头；2,112,122 层积体；3 压电体；4 第二电极（信号电极）；5 第一电极（接地电极）；6 接地层；7 中间层；8 双面 FPC；9 绝缘层；10 第四电极；11 第三电极；12 导电部；13 单面 FPC；14 第一沟槽；15 第二沟槽；16 第三沟槽；19 绝缘层；29 绝缘层；31 压电相；32 树脂相；33 导体层；34 绝缘体层；35 导电层；61 发送电路；62 开关电路；63～64 开关；1101～1103 信号线；1104 接地线。

具体实施方式

[0051] 下面，参照附图对本发明的超声波探头的实施方式进行详细说明。需要说明的是，在以下的说明中，为了区别构成结构部件的各部件而对该结构部件标注了符号。

[0052] （第一实施方式）

[0053] 图 1 是表示本发明第一实施方式的超声波探头的立体图。图 1 所示的超声波探头 1 与生物体等受检体接触而使用，超声波探头 1 是通过在超声波探头 1 内的压电体 3 施加电信号而向受检体照射超声波，并且在压电体 3 将来自受检体内的反射超声波转换为电信号的换能器。如图 1 所示，超声波探头 1 具有：压电体 3、第二电极 4、第一电极 5、接地层 6、中间层 7、双面 FPC8、第三电极 11、第一沟槽 14、第二沟槽 15、第三沟槽 16、背面部件（未图示）、多个整合层（未图示）及透镜（未图示）。

[0054] 如果向在超声波探头 1 内的压电体 3 的第一方向（厚度方向）上相对设置的第一电极（接地电极）5 与第二电极（信号电极）4 之间施加超声波诊断装置或超声波探头 1 内的发送电路（未图示）所生成的电压，则压电体 3 产生超声波。压电体 3 将来自受检体内的反射超声波转换为电信号，由压电体 3 转换的电信号经由第一电极 5 及第二电极 4 向超声波诊断装置或超声波探头 1 内的接收电路（未图示）发送，进行超声波诊断所需要的处理。

[0055] 第一电极 5 及第二电极 4 通过将金或银等金属材料沉积、镀覆、溅射或烧接而形成，第一电极 5 及第二电极 4 在第一方向（厚度方向）上隔着压电体 3 彼此相对而形成。第一电极 5 及第二电极 4 在第二方向（短轴方向）上隔着规定间隔排列有多个。

[0056] 压电体 3 是具有向表面一施加应力就在该表面上感应电荷（应力被转换为电信号）的正压电效应以及一施加电场就产生变形（电信号被转换为应力）的逆压电效应的材料，作为压电体 3 的材料，有以下压电材料。

[0057] • 锆钛酸铅类及钛酸铅类压电陶瓷

[0058] • 具有非常高的相对介电常数的弛豫型铁电体

[0059] • 钡基、铌基及铋基等非铅的压电陶瓷及压电单晶

[0060] • 铌锌酸铅与钛酸铅、铌镁酸铅与钛酸铅或铌钽酸铅与铌镁酸铅和钛酸铅等固溶体单晶

[0061] • 聚偏二氟乙烯（PVDF）等压电高分子膜

[0062] 需要说明的是,如图 2 所示,压电体 3 的结构可以是压电相 31 与树脂相 32 在第二方向(短轴方向)上邻接有多个的复合压电结构。图 2 为沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-1 切断由复合压电结构构成的超声波探头 1 的剖面图。压电相 31 使用与压电体 3 相同的材料,而且,树脂相 32 可以使用酚醛树脂、环氧树脂或聚氨酯树脂等绝缘材料。第一电极 5 及第二电极 4 在第二方向上隔着规定的间隔,在第一方向上隔着压电体 3 而相对。通常,第二电极 4 的宽度 W_e 为所产生的超声波波长的数倍至十数倍。另一方面,压电相 31 的宽度 W_p 为超声波波长左右。即,因为通常“ $W_e \gg W_p$ ”,所以如图 3 所示,与一个压电相 31 连接的第二电极 4 不是一个以上。此时,只有被第一电极 5 及第二电极 4 夹着的压电体 3 进行厚度纵向振动(压电相 31 与树脂相 32 成为一体而进行厚度纵向振动)。

[0063] 但是,如图 4 所示,在使压电相 31 的宽度 W_p 比超声波波长足够加宽的情况($W_p > W_e$)下,一个压电相 31 与两个以上的第二电极 4 及第一电极 5 连接。在该情况下,例如,如果只对图 4 所示的第二电极 4-2 施加电信号,则从压电相 31-1 和压电相 31-2 的与第二电极 4-2 相对的部分产生超声波。此时,因为压电相 31-1 及压电相 31-2 振动,所以有可能在与之相对的第二电极 4-1 与第一电极 5-1 之间以及第二电极 4-3 与第一电极 5-3 之间存在电信号所产生的“串扰”。因为串扰成为噪声源,所以必须减少。因此,在将压电体 3 构成为在第二方向上使压电相 31 与树脂相 32 邻接的复合压电结构的情况下,如图 2 或图 3 所示,需要使第二方向的压电相 31 的宽度窄于第二电极 4 及第一电极 5 的宽度。

[0064] 此外,压电体 3 也可以是压电相 31 与内部电极在第一方向(厚度方向)上交替层积有多个的结构(未图示)。内部电极可以使用镍或银-钯等金属材料。

[0065] 图 1 所示的中间层 7 设置在第二电极 4 的与压电体 3 相反一侧,与信号电极即第二电极 4 导通。在第三方向(阵列方向)上延伸的第二沟槽 15 贯通第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 及中间层 7,中间层 7 以规定的间隔排列有多个。

[0066] 另外,如图 5 所示,在第二方向(短轴方向)上隔着规定间隔排列的多个中间层 7 彼此的间隔可以为由于第一方向(厚度方向)的位置不同而有所不同的结构。在图 5 所示的例子中,虽然接近压电体 3 一侧的中间层 7 彼此的间隔较宽,但随着接近双面 FPC8 侧,中间层 7 彼此的间隔缩窄。需要说明的是,也可以为图 5 所示的形状以外的其他方式。

[0067] 中间层 7 使用使碳、银填料或铜填料等导电性填料向树脂分散的复合材料,或者铜、钨或碳化钨等导电材料。

[0068] 作为树脂,使用酚醛树脂、尿素树脂、三聚氰胺树脂、环氧树脂、不饱和聚酯树脂、硅树脂、聚氨酯树脂等热塑性塑料,聚氯乙烯树脂、聚乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚苯乙烯树脂、ABS 树脂、丙烯腈-苯乙烯树脂、丙烯酸树脂等热塑性通用塑料,尼龙 6 树脂、尼龙 66 树脂、聚缩醛树脂、聚碳酸酯树脂、聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、改性聚苯醚树脂,聚对苯二甲酸丁二醇酯树脂、超高分子量聚乙烯树脂等热塑性工程塑料,PEEK 树脂、聚亚苯硫醚树脂、聚砜树脂、聚醚砜树脂、聚芳酯树脂,聚酰胺-酰亚胺树脂、聚醚酰亚胺树脂、液晶聚合物、聚四氟乙烯树脂、聚三氟氯乙烯树脂或聚偏二氟乙烯树脂等热塑性超级工程塑料等。

[0069] 作为导电性填料,使用碳黑、石墨、碳纤维、碳纳米管或石墨烯等碳基填料,银粒子、铜粒子、镍粒子、铝纤维、不锈钢纤维或包银玻璃珠等金属类填料,氧化锡(锑掺杂)、氧化锌(铝掺杂)或氧化钨(锡掺杂)等金属氧化物类填料,或者聚苯胺粒子或聚吡咯粒子等导电性高分子类填料等。

[0070] 已知在中间层 7 的声阻抗低于压电体 3 的声阻抗的情况下,压电体 3 的厚度共振频率成为 $1/2$ 波长共振模式。而且,已知在中间层 7 的声阻抗为压电体 3 的声阻抗以上的情况下,压电体 3 的厚度共振频率成为 $1/4$ 波长共振模式。因此,在超声波探头 1 所产生的超声波频率已确定的情况下,需要根据中间层 7 的声阻抗变更压电体 3 的厚度。需要说明的是,声阻抗由材料的密度与纵波音速的乘积来表示。

[0071] 另外,中间层 7 不必整体都具有导电性。即如图 6 及图 7 所示,中间层 7 例如可以为以覆盖聚碳酸酯或聚丙烯等绝缘性树脂的周围的方式形成镀金等导电层 35 的结构。图 6 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-1 切断第一实施方式的超声波探头的剖面图,图 7 是沿第三方向(阵列方向)在图 6 所示的压电体 3-1 的位置切断第一实施方式的超声波探头的剖面图。根据图 6 及图 7 所示的结构,在对第三电极 11-1 施加电压的情况下,经由导电部 12-1、第四电极 10-1 及导电层 35 导通至第二电极 4-1,所以能够共同驱动压电体 3-1L 及压电体 3-1R。在对第三电极 11-2 及第三电极 11-3 施加电压的情况下也是一样的。

[0072] 作为中间层 7 的结构,可以为多个导体层 33 与绝缘体层 34 在第三方向(阵列方向)上邻接的复合结构。图 8 是沿第三方向(阵列方向)在第二方向(短轴方向)的压电体 3-1 的位置切断第一实施方式的超声波探头的剖面图。在图 8 所示的结构中,在第三方向上隔着第一沟槽 14 邻接的压电体 3 所相对的区域分别配置三层导体层 33。在与压电体 3 相对的区域至少配置一层导体层 33 的结构中,在对第三电极 11-1 施加电压的情况下,经由导电部 12-1、第四电极 10-1 及导体层 33 导通至第二电极 4-1L 及第二电极 4-1R,所以能够共同驱动压电体 3-1L 及压电体 3-1R。在对第三电极 11-2 及第三电极 11-3 施加电压的情况下也是一样的。

[0073] 作为中间层 7 的结构,也可以为多个导体层 33 与绝缘体层 34 在第二方向(短轴方向)上交替排列的层积结构。图 9 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-1 切断第一实施方式的超声波探头的剖面图。在图 9 所示的结构中,在与沿第二方向邻接的第二电极 4 间的区域相对的各区域,配置有绝缘体层 34 的至少一部分。在该结构中,在对第三电极 11-1 施加电压的情况下,经由导电部 12-1 及导电部 12-5、第四电极 10-1 及第四电极 10-5 以及与第四电极 10-1 及 10-5 电连接的导体层 33 导通至第二电极 4-1 及第二电极 4-5。另一方面,第四电极 10-1 及第四电极 10-5 由于绝缘体层 34 而未与第二电极 4-2、第二电极 4-3 及第二电极 4-4 导通。因此,在对第三电极 11-1 施加电压的情况下,只有压电体 3-1 及压电体 3-5 被驱动。在对第三电极 11-2 及第三电极 11-3 施加电压的情况下也是一样的。

[0074] 如图 10 所示,中间层 7 也可以为具有横跨多个第二电极形成的部分的结构。为了简单地进行说明,假设中间层 7 由上述导电材料形成。图 10 所示的中间层 7 具有:在第二方向(短轴方向)上被分割的部分(分割部分)7-S、沿第二方向连续的部分(连续部分)7-B。图 11 表示在图 10 所示的中间层 7 上层积压电体 3 等的层积体。如果没有第三沟槽 16,则所有的第二电极 4 通过中间层 7 的连续部分 7-B 处于被电连接的状态,所以在对第三电极 11(图 11 中未图示)施加电压的情况下,不能选择驱动的压电体 3。然而,即使具有中间层 7 的连续部分 7-B,如果形成第三沟槽 16,则也使中间层 7 的分割部分 7-S 与连续部分 7-B 电分割。这样,如图 10 所示,即使中间层 7 具有横跨多个第二电极 4 连续形成的连续部分 7-B,在制造超声波探头 1 时,也能够第二方向或第三方向上分别分割中间层 7。因此,通过控制施加电压的第三电极 11,也能够选择驱动的压电体 3。

[0075] 如图 12 所示,中间层 7 也可以为在第二方向上具有一部分连接部且向第一方向(厚度方向)的连接部小于中间层 7-S 的结构。例如,在第三方向(阵列方向)的中间层 7-B 的宽度窄于图 11 所示的第三沟槽 16 的情况下,在形成第三沟槽 16 时中间层 7-B 也被切除。因此,能够在第二方向或第三方向上分别分割中间层 7。而且,如图 13 所示,中间层 7 的具有连接部的部分在第二方向上不必全部连接,只有一部分连接的结构也是一样的。另外,只要能够在制造超声波探头 1 时在第二方向或第三方向上分别分割中间层 7,也可以为除上述结构以外的其他结构。

[0076] 如图 14 所示,本实施方式的超声波探头 1 使用双面 FPC8。双面 FPC8 包括第三电极 11、第四电极 10、导电部 12 及绝缘层 9。第四电极 10 在第二方向(短轴方向)上隔着规定间隔排列有多个。

[0077] 图 1 所示的超声波探头 1 为每个通道三个第三电极 11(第三电极 11-1、第三电极 11-2、第三电极 11-3)在第二方向上延伸的结构。第三电极 11-1 ~ 11-3 每隔通道间距排列在第三方向(阵列方向)上,第三电极 11-1 ~ 11-3 为相互未电连接的结构。第三电极 11 与第四电极 10 隔着绝缘层 9 相对,第三电极 11 与第四电极 10 有选择地经由导电部 12 电连接。

[0078] 在图 14 所示的例子中,第三电极 11-1 通过导电部 12-1 及导电部 12-5 与第四电极 10-1 及第四电极 10-5 电连接,但第三电极 11-1 未与第四电极 10-2 ~ 10-4 电连接。第三电极 11-2 通过导电部 12-3 与第四电极 10-3 电连接,但第三电极 11-2 未与第四电极 10-1 ~ 10-2、10-4 ~ 10-5 电连接。第三电极 11-3 通过导电部 12-3 及导电部 12-4 与第四电极 10-2 及第四电极 10-4 电连接,但第三电极 11-3 未与第四电极 10-1、10-3、10-5 电连接。

[0079] 作为双面 FPC8,通常在市场上销售有预先层积了第三电极 11、绝缘层 9 及第四电极 10 的部件,所以使用该部件是最简便的。但也可以作为第三电极 11 及第四电极 10 的材料使用铜箔薄膜,并且绝缘层 9 使用聚酰亚胺薄膜或聚酯薄膜等而构成与双面 FPC8 相同的结构。

[0080] 层积有第三电极 11、绝缘层 9 及第四电极 10 的部件的双面 FPC8 通过在必要的位置利用钻孔工具等开孔并在孔的周围进行镀金等的通孔,或者在开孔了的部分填充导电材料的称为填充孔的结构,来实现导电部 12。通过导电部 12 能够有选择地导通第三电极 11 和第四电极 10。

[0081] 图 1 表示在第二方向(短轴方向)上设置有四个贯通第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 及中间层 7 的第二沟槽 15 并且每个第二沟槽 15 被一分为五的结构。例如,在使用图 6 及图 7、图 8 所示的中间层 7 的情况下,第二沟槽 15 为贯通第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 及中间层 7 的结构。除了该结构以外,例如在使用图 2 所示的压电体 3 的情况下,第二沟槽 15 也可以为贯通中间层 7 的结构。而且,在使用图 9 所示的中间层 7 的情况下,第二沟槽 15 也可以为只贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 的结构。第二沟槽 15 通常使用切割机进行机械加工来形成,但也可以利用激光等形成。在已形成的第二沟槽 15 中填充环氧树脂或硅树脂等绝缘材料。

[0082] 接地层 6 与第一电极 5 电连接,并在第二方向(短轴方向)上延伸。接地层 6 与发送电路或接收电路的接地线(未图示)电连接。作为接地层 6 的材料,可以使用铜箔等

导电材料或层积了铜箔和聚酰亚胺薄膜等的单面 FPC 材料。

[0083] 第三沟槽 16 是用来在第三方向（阵列方向）上每隔通道间隔形成层积体 2 的沟槽。第三沟槽 16 通常使用切割机进行机械加工来形成,但也可以利用激光来形成。在已形成的第三沟槽 16 中填充环氧树脂或硅树脂等绝缘材料。

[0084] 第一沟槽 14 在第一方向（厚度方向）上贯通至构成层积体 2 的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4、中间层 7 的一部分,并在第二方向（短轴方向）上延伸。第一沟槽 14 通常使用切割机进行机械加工来形成,但也可以利用激光来形成。在已形成的第一沟槽 14 中填充环氧树脂或硅树脂等绝缘材料。

[0085] 例如,如果将第三方向的压电体 3 的宽度设为 0.18mm,将第一方向的压电体 3 的厚度设为 0.15mm,则压电体 3 的 $W/T = 0.18/0.15 = 1.2$ 。如果利用刀片宽度为 0.02mm 的切割机,在第三方向的压电体 3 的中央只形成一个第一沟槽 14,则第三方向的一个压电体 3 的宽度成为 $(0.18 - 0.02)/2 = 0.08\text{mm}$ 。因为第一方向的压电体 3 的厚度不改变,为 0.15mm,所以压电体 3 的 $W/T = 0.53$ 。这样,能够满足通常的 $W/T = 0.4 \sim 0.6$ 。

[0086] 另外,第一沟槽 14 被设定并加工为贯通至中间层 7 的一部分,但如果中间层 7 的厚度较薄,则有可能切断与中间层 7 电连接的第四电极 10。超声波探头 1 的制造方法将在后面进行叙述,但中间层 7 的厚度优选为 0.01mm 以上。

[0087] 也可以在绝缘层 9 的与第三电极 11 相反一侧设置背面部件（未图示）。背面部件作为使层积体 2 的形状保持或者成型为凸状时的基体材料加以使用。而且,由压电体 3 产生的超声波不仅向生物体侧传播,而且还向背面部件侧传播。向背面部件侧传播并由背面部件与外部的边界反射的超声波由压电体 3 接收,但不能识别出该超声波和从生物体反射的超声波。因此,作为背面部件,通常使用具有尽量使向背面部件侧传播的超声波衰减,即使有反射的超声波也不会对来自生物体的反射信号产生影响的的功能的材料。作为背面部件的材料,可以使用铁氧体橡胶、聚氨酯树脂或环氧树脂等。此外,也可以使用在这些材料中混合了铁或钨等金属粉末填料、氧化铝等金属氧化物填料或者微球（マイクロバルーン）等的复合材料。另外,也可以使用与中间层 7 相同的材料。

[0088] 也可以在第一电极 5 的与压电体 3 相反一侧设置整合层（未图示）。整合层为了整合压电体 3 与生物体的声阻抗而使用。通常,将多个整合层层积为声阻抗从压电体 3 向生物体逐渐降低。在图 1 所示的例子中,虽然构成为隔着规定间隔排列有多个第一电极 5 并在其上表面设置有沿第二方向（短轴方向）延伸的接地层 6 的结构,但也可以将具有导电性的整合层与第一电极 5 电连接,并且在整合层的与第一电极 5 相反一侧设置接地层 6。此外,也可以构成为在该接地层 6 上层积有多个整合层的结构。作为整合层的材料,可以使用在易切削性陶瓷等陶瓷类、硅、石墨类、环氧树脂或酚醛树脂等中混合了金属或金属氧化物填料等填料的复合材料,聚碳酸酯、聚苯乙烯或聚酰亚胺等塑料,或者聚氨酯橡胶、丁腈橡胶（NBR）或氯丁橡胶等橡胶类材料等。

[0089] 为了使由压电体 3 产生的超声波会聚于生物体内而使用透镜（未图示）。透镜根据其材料的纵波音速而形成成为凸状或凹面状。通常,考虑到与生物体的紧密接触性,使用纵波音速快于水（生物体）的硅树脂等,在压电体 3 的相反侧的整合层侧形成凸状透镜。需要说明的是,也可以不使用透镜,通过使超声波探头 1 在第二方向（短轴方向）上成型为凹面形状而构成为在生物体内会聚超声波的结构。

[0090] (第一实施方式的超声波探头 1 的制造方法)

[0091] 下面,说明图 1 所示的超声波探头 1 的制造方法的一例。如图 14 所示,双面 FPC8 具有:第三电极 11、第四电极 10、绝缘层 9 及导电部 12。第四电极 10 预先在第二方向上隔着规定间隔被一分为五。第三电极 11 构成为对图 1 所示的一个层积体 2 设置三个并在第二方向(短轴方向)上延伸的结构。如图 10 所示,中间层 7 预先加工成将长方体的中间层的一部分在第二方向(短轴方向)上一分为五的形状。在压电体 3 上预先形成在第一方向(厚度方向)上相对的第一电极 5 和第二电极 4。

[0092] (1) 首先,通过蜡等将背面部件固定在固定台上。

[0093] (2) 接着,在背面部件上依次层积双面 FPC8、中间层 7、压电体 3。在双面 FPC8 上层积中间层 7 时,将第四电极 10 与中间层 7 对齐使之相对。各材料使用环氧树脂等粘接剂进行粘接固化。

[0094] (3) 在粘接固化后,使用切割机,对准中间层 7 的被分割的位置,沿第三方向(阵列方向)形成四个贯通第一电极 5、压电体 3 直至第二电极 4 的第二沟槽 15。因为中间层 7 预先加工成一分五,所以第二沟槽 15 构成为贯通第一电极 5、压电体 3、第二电极 4、中间层 7 的结构。

[0095] (4) 接着,在第二沟槽 15 中填充环氧树脂,并且在第一电极 5 上依次层积并粘接固化接地层 6 及多个整合层。

[0096] (5) 接着,使用切割机,沿第二方向(短轴方向)设置从整合层贯通至背面部件的一部分的第三沟槽 16,从而形成多个层积体 2,并且在各层积体 2 上形成从整合层贯通至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14。而且,虽然中间层 7 的一部分具有在第二方向上相连的部分,但在形成第三沟槽 16 时,与邻接的层积体 2 电分割。

[0097] (6) 接着,从固定台拆卸背面部件后,将包括形成在背面部件上的多个层积体 2 的构造物成型为凸状或线性形状,之后向第一沟槽 14 及第三沟槽 16 填充硅树脂等。然后,使用硅基粘接剂等将透镜粘接在整合层的上表面。

[0098] (7) 将第三电极 11-1 ~ 11-3 和接地层 6 分别与图 15 所示的信号线 1101 ~ 1103 及接地线 1104 电连接,完成超声波探头 1。

[0099] 图 15 是表示在第二方向(短轴方向)上将压电体 3 一分为五的第一实施方式超声波探头 1 的任意一个通道中发送电路结构例的示意图。从发送电路 61 分支的信号线 1101 ~ 1103 经由由多路转换器等构成的开关电路 62 或者直接与第二电极 4 连接。开关电路 62 具有开关 63 和开关 64。在图 15 所示的例子中,第二电极 4-3 与信号线 1102 连接,第二电极 4-1 和第二电极 4-5 经由信号线 1101 与开关 63 连接,第二电极 4-2 和第二电极 4-4 经由信号线 1103 与开关 64 连接。而且,从发送电路 61 分支的接地线 1104 与第一电极 5 连接。

[0100] 因为希望在接近超声波探头 1 的位置聚焦的情况下不需要较大的开口,所以断开开关 63 及开关 64。此时,发送电路 61 通过信号线 1102 只与第二电极 4-3 连接,超声波只由压电体 3-3 产生。希望在比上述位置更深的位置聚焦的情况下只接通开关 64。此时,发送电路 61 通过信号线 1102 与第二电极 4-3 连接,并且接通开关 64,由此发送电路 61 通过信号线 1103 也与第二电极 4-2 及第二电极 4-4 连接。其结果为,由压电体 3-2、压电体 3-3 及压电体 3-4 产生超声波。此时,与只由压电体 3-3 产生超声波时相比,短轴开口扩大,能

够使超声波束会聚在更深的位置。希望在进一步更深的位置聚焦的情况下,一同接通开关 63 和开关 64。此时,通过接通开关 63,发送电路 61 经由信号线 1101 也与第二电极 4-1 及第二电极 4-5 连接。即,由五个压电体 3-1 ~ 3-5 都产生超声波。这与只由压电体 3-3 或由压电体 3-2 ~ 3-4 产生超声波的情况相比,短轴开口扩大,能够使超声波束会聚在更深的位置。

[0101] 这样,通过控制第二方向(短轴方向)的压电体的短轴开口(驱动的压电体数量及其位置),能够在多个生物体内深处使超声波束会聚。而且,与 1D 阵列超声波探头相比,能够进一步改善超声波诊断图像的纵向分辨率及横向分辨率。需要说明的是,特别在 1.25D ~ 1.75D 阵列超声波探头中,因为压电体 3 的数量非常多,所以超声波探头 1 内置如图 15 所示的由多路转换器等构成的开关电路 62。

[0102] (第一实施方式的超声波探头 1 的动作)

[0103] 利用图 16 ~ 图 22,说明第一实施方式的超声波探头 1 的动作。

[0104] 在超声波诊断装置或超声波探头 1 内的发送电路(未图示)所生成的电压通过信号线(未图示)及接地线(未图示)施加于压电体 3。通过多路转换器等开关电路(未图示),选择在对压电体 3 施加电压时与信号线连接的第三电极 11。

[0105] 图 17 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-1 切断以连接信号线与第三电极 11-1 的方式进行切换时的超声波探头 1 的剖面图。在图 17 所示的状态下,第三电极 11-1 通过导电部 12-1 及导电部 12-5 与第四电极 10-1 及第四电极 10-5 电连接,第四电极 10-1 及第四电极 10-5 通过电连接的中间层 7-1 及中间层 7-5 与第二电极 4-1 及第二电极 4-5 电连接。另一方面,接地线与和第一电极 5 电连接的接地层 6 电连接,在该状态下,通过信号线被施加电压的只有第二电极 4-1 及第二电极 4-5,所以只由压电体 3-1 及压电体 3-5 产生超声波,除此之外的压电体 3-2 ~ 3-4 不产生超声波。

[0106] 图 18 是沿第三方向(阵列方向)在压电体 3-1 的位置切断超声波探头 1 的剖面图。在层积体 2 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14,其结果为压电体 3 在第三方向(阵列方向)上被一分为二。在图 18 所示的结构中,将一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-1L, 5-1R、压电体 3-1L, 3-1R、第二电极 4-1L, 4-1R。通过了第三电极 11-1 的电信号通过导电部 12-1 与第四电极 10-1 及中间层 7 电连接,进而通过第二电极 4-1L 及第二电极 4-1R 流向压电体 3-1L 及压电体 3-1R。在本实施方式中,即使第二电极 4 被第一沟槽 14 分割,通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间具有未完全分割的中间层 7,也能够一同对压电体 3-1L 及压电体 3-1R 施加电压。不限于压电体 3-1,在压电体 3-5 的位置所切断的截面的情况下也是一样的(未图示)。因此,如果在第三电极 11-1 与接地层 6 之间施加电压,则由压电体 3-1L、压电体 3-1R、压电体 3-5L 及压电体 3-5R 产生超声波。

[0107] 图 19 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-2 切断以连接信号线与第三电极 11-2 的方式进行切换时的超声波探头 1 的剖面图。在图 19 所示的状态下,第三电极 11-2 通过导电部 12-3 与第四电极 10-3 电连接。第四电极 10-3 通过电连接的中间层 7-3 与第二电极 4-3 电连接。另一方面,接地线与和第一电极 5 电连接的接地层 6 电连接,在该状态下,通过信号线被施加电压的只有第二电极 4-3,所以只由压电体 3-3 产生超声波,除此之外的压电体 3-1 ~ 3-2、3-4 ~ 3-5 不产生超声波。

[0108] 图 20 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-3 的位置切断超声波探头 1 的剖面图。在层积体 2 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14, 其结果为压电体 3 在第三方向（阵列方向）上被一分为二。在图 20 所示的结构中, 将被一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-3L, 5-3R、压电体 3-3L, 3-3R、第二电极 4-3L, 4-3R。通过了第三电极 11-2 的电信号通过导电部 12-3 与第四电极 10-3 及中间层 7 电连接, 进而通过第二电极 4-3L 及第二电极 4-3R 流向压电体 3-3L 及压电体 3-3R。在本实施方式中, 即使第二电极 4 被第一沟槽 14 分割, 通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间存在未完全分割的中间层 7, 也能够一同对压电体 3-3L 及压电体 3-3R 施加电压。因此, 如果在第三电极 11-2 与接地层 6 之间施加电压, 则由压电体 3-3L 及压电体 3-3R 产生超声波。

[0109] 图 21 是沿第二方向（短轴方向）用第三电极 11-3 切断以连接信号线与第三电极 11-3 的方式进行切换时的超声波探头 1 的剖面图。在图 21 所示的状态下, 第三电极 11-3 通过导电部 12-2 及导电部 12-4 与第四电极 10-2 及第四电极 10-4 电连接。第四电极 10-2 及第四电极 10-4 通过电连接的中间层 7-2 及中间层 7-4 与第二电极 4-2 及第二电极 4-4 电连接。另一方面, 接地线与和第一电极 5 电连接的接地层 6 电连接。在该状态下, 通过信号线被施加电压的只有第二电极 4-2 及第二电极 4-4, 所以只由压电体 3-2 及压电体 3-4 产生超声波, 除此之外的压电体 3-1, 3-3, 3-5 不产生超声波。

[0110] 图 22 是沿第三方向（阵列方向）在压电体 3-2 的位置切断超声波探头 1 的剖面图。在层积体 2 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14, 其结果为压电体 3 在第三方向（阵列方向）上被一分为二。在图 22 所示的结构中, 将被一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-2L, 5-2R、压电体 3-2L, 3-2R、第二电极 4-2L, 4-2R。通过了第三电极 11-3 的电信号通过导电部 12-2 与第四电极 10-2 及中间层 7 电连接, 进而通过第二电极 4-2L 及第二电极 4-2R 流向压电体 3-2L 及压电体 3-2R。在本实施方式中, 即使第二电极 4 被第一沟槽 14 分割, 通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间存在未完全分割的中间层 7, 也能够一同对压电体 3-2L 及压电体 3-2R 施加电压。不限于压电体 3-2, 在压电体 3-4 的位置所切断的截面的情况下也是一样的（未图示）。因此, 如果在第三电极 11-3 与接地层 6 之间施加电压, 则由压电体 3-2L、压电体 3-2R、压电体 3-4L 及压电体 3-4R 产生超声波。

[0111] 在此, 说明在某任意一个通道, 沿第二方向（短轴方向）如图 17 所示, 在第二方向（短轴方向）上从端部开始按照压电体 3-1、压电体 3-2、压电体 3-3、压电体 3-4、压电体 3-5 的顺序依次排列有多个的五个压电体 3-1 ~ 3-5 中, 将驱动的压电体的短轴开口在以下条件 1 ~ 3 下改变时的超声波强度分布。

[0112] 条件 1 : 只驱动压电体 3-3

[0113] 条件 2 : 驱动压电体 3-2 ~ 3-4

[0114] 条件 3 : 驱动所有的压电体（压电体 3-1 ~ 3-5）

[0115] 如条件 1 所示, 在五个压电体中只驱动中央的压电体 3-3 的情况下, 只在第二方向（短轴方向）的压电体 3 的中央附近, 超声波强度表示较高的值, 偏离中央后超声波强度逐渐降低。而且, 如条件 2 所示, 在同时驱动压电体 3-2 ~ 3-4 的情况下, 超声波强度表示高值的范围在第二方向（短轴方向）的压电体 3 的中央附近, 与只驱动压电体 3-3 的情况相

比,该范围在第二方向(短轴方向)上扩大。同样地,如条件3所示,在同时驱动所有压电体3-1~3-5的情况下,与条件1,2相比,超声波强度较高的范围最宽。这样,通过控制短轴开口(驱动的压电体的数量及其位置),能够控制超声波束的开口。

[0116] 在第一沟槽14贯通至第四电极10的情况下,尽管进行同样的短轴开口控制,在通道中的第二方向(短轴方向)的超声波强度分布得到了与第一沟槽14未贯通至第四电极10的情况不同的超声波强度分布。

[0117] 在只驱动压电体3-3的情况下,在超声波强度分布上未见较大的差异。但是,在同时驱动压电体3-2~压电体3-4的情况下,超声波强度较高的范围在第一沟槽14贯通至第四电极10的情况下变窄。此外,在同时驱动所有压电体3-1~3-5的情况下,超声波强度较高的范围在第一沟槽14贯通至第四电极10的情况下变窄,在相当于压电体3-1及压电体3-5的位置的范围内,超声波强度大幅降低。

[0118] 这样,虽然认为第一沟槽14贯通至第四电极10的结构对中央的压电体3-3没有影响,但对除此之外的压电体3-1~3-2、3-4~3-5不能按照意图进行驱动。即,在第一沟槽14贯通至第四电极10的结构中,即使进行了短轴开口控制,特别在中央部以外的其他压电体中也不能得到预计的超声波束。但是,如果是第一实施方式所述的第一沟槽14未贯通至第四电极10的结构,则能够产生对应于短轴开口控制的所希望的超声波束。

[0119] 如上所述,根据本实施方式,因为是具备用来分割压电体3的第一沟槽14未贯通至第四电极10的中间层7的结构,所以能够产生对应于短轴开口控制的所希望的超声波束。因此,能够提供利用压电体3的分割抑制宽度振动的干扰,并且能够高可靠性地对超声波束进行开口控制的超声波探头1。

[0120] (第二实施方式)

[0121] 图23是表示本发明第二实施方式的超声波探头的立体图。第二实施方式的超声波探头111具有单面FPC13,该单面FPC13代替第一实施方式的超声波探头1所具有的双面FPC8。除此之外,第二实施方式与第一实施方式相同,在图23中,对与图1相同的结构部件标注相同的符号。

[0122] 单面FPC13具有:在第二方向(短轴方向)上延伸的第三电极11及绝缘层9。绝缘层9可以使用聚酰亚胺薄膜或聚酯薄膜等。单面FPC13与双面FPC8同样,在市场上有销售预先层积了第三电极11和绝缘层9的部件,所以使用该部件是最简便的。

[0123] 在单面FPC13的第三电极11的一部分上,在第二方向(短轴方向)上设有图23所示的绝缘层19。绝缘层19使用抗蚀剂材料或聚酰亚胺薄膜等绝缘材料。图24表示绝缘层19的配置例。图24所示的绝缘层19-12、绝缘层19-13及绝缘层19-14分别设置在与中间层7-2、中间层7-3及中间层7-4相对的第三电极11-1上,绝缘层19-21、绝缘层19-22、绝缘层19-24及绝缘层19-25分别设置在与中间层7-1、中间层7-2、中间层7-4及中间层7-5相对的第三电极11-2上,而且绝缘层19-31、绝缘层19-33及绝缘层19-35分别设置在与中间层7-1、中间层7-3及中间层7-5相对的第三电极11-3上。

[0124] (第二实施方式的超声波探头111的动作)

[0125] 利用图25~图30,说明第二实施方式的超声波探头111的动作。

[0126] 图25是沿第二方向(短轴方向)用第三电极11-1切断以连接信号线(未图示)与第三电极11-1的方式进行切换时的超声波探头111的剖面图。在图25所示的状态下,

第三电极 11-1 虽然与中间层 7-1 及中间层 7-5 电连接,但由于绝缘层 19-12、绝缘层 19-13 及绝缘层 19-14 而未与中间层 7-2、中间层 7-3 及中间层 7-4 电连接。因此,如果对第三电极 11-1 施加电压,则压电体 3-1 及压电体 3-5 能够经由中间层 7-1,7-5 及第二电极 4-1,4-5 进行驱动,但压电体 3-2、压电体 3-3 及压电体 3-4 不能驱动。

[0127] 图 26 是沿第三方向(阵列方向)在压电体 3-1 的位置切断超声波探头 111 的剖面图。在层积体 112 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14,其结果为压电体 3 在第三方向(阵列方向)上被一分为二。在图 26 所示的结构中,将被一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-1L,5-1R、压电体 3-1L,3-1R、第二电极 4-1L,4-1R。通过了第三电极 11-1 的电信号与中间层 7-1 电连接,进而通过第二电极 4-1L 及第二电极 4-1R 流向压电体 3-1L 及压电体 3-1R。在本实施方式中,即使第一沟槽 14 贯通第二电极 4,通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间存在未完全贯通的中间层 7,也能够一同对压电体 3-1L 及压电体 3-1R 施加电压。不限于压电体 3-1,在压电体 3-5 的位置所切断的截面的情况下也是一样的(未图示)。

[0128] 图 27 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-2 切断以连接信号线与第三电极 11-2 的方式进行切换时的超声波探头 111 的剖面图。在图 27 所示的状态下,第三电极 11-2 与中间层 7-3 电连接,但由于绝缘层 19-21、绝缘层 19-22、绝缘层 19-24 及绝缘层 19-25 而未与中间层 7-1、中间层 7-2、中间层 7-4 及中间层 7-5 电连接。因此,如果对第三电极 11-2 施加电压,则压电体 3-3 能够经由中间层 7-3 及第二电极 4-3 进行驱动,但压电体 3-1、压电体 3-2、压电体 3-4 及压电体 3-5 不能驱动。

[0129] 图 28 是沿第三方向(阵列方向)在压电体 3-3 的位置切断超声波探头 111 的剖面图。在层积体 112 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 而形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14,其结果为压电体 3 在第三方向(阵列方向)上被一分为二。在图 28 所示的结构中,将被一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-3L,5-3R、压电体 3-3L,3-3R、第二电极 4-3L,4-3R。通过了第三电极 11-2 的电信号与中间层 7-3 电连接,进而通过第二电极 4-3L 及第二电极 4-3R 流向压电体 3-3L 及压电体 3-3R。在本实施方式中,即使第一沟槽 14 贯通第二电极 4,通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间存在未完全贯通的中间层 7,也能够一同对压电体 3-3L 及压电体 3-3R 施加电压。

[0130] 图 29 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-3 切断以连接信号线与第三电极 11-3 的方式进行切换时的超声波探头 111 的剖面图。在图 29 所示的状态下,第三电极 11-3 与中间层 7-2 及中间层 7-4 电连接,但由于绝缘层 19-31、绝缘层 19-33 及绝缘层 19-35 而未与中间层 7-1、中间层 7-3 及中间层 7-5 电连接。因此,如果对第三电极 11-3 施加电压,则压电体 3-2 及压电体 3-4 能够经由中间层 7-2,7-4 及第二电极 4-2,4-4 进行驱动,但压电体 3-1、压电体 3-3 及压电体 3-5 不能驱动。

[0131] 图 30 是沿第三方向(阵列方向)在压电体 3-2 的位置切断超声波探头 111 的剖面图。在层积体 112 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 而形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14,其结果为压电体 3 在第三方向(阵列方向)上被一分为二。在图 30 所示的结构中,将被一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-2L,5-2R、压电体 3-2L,3-2R、第二电极 4-2L,4-2R。通过了第三电极 11-3 的电信号与中间层 7-2 电连接,进而通过第二电极 4-2L 及第二电极 4-2R 流向压电体 3-2L 及压电

体 3-2R。在本实施方式中,即使第一沟槽 14 贯通第二电极 4,通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间存在未完全贯通的中间层 7,也能够一同对压电体 3-2L 及压电体 3-2R 施加电压。不限于压电体 3-2,在压电体 3-4 的位置所切断的截面的情况也是一样的(未图示)。

[0132] (第三实施方式)

[0133] 图 31 是表示本发明第三实施方式的超声波探头的立体图。在第二实施方式的超声波探头 111 中,在第三电极 11 的一部分上设置了绝缘层 19,但在本实施方式中,如图 31 所示,在第二方向(短轴方向)上,在中间层 7 设置了绝缘层 29。除此之外,第三实施方式与第二实施方式相同,在图 31 中,对与图 23 相同的结构部件标注相同的符号。

[0134] 在中间层 7 由铝等金属材料形成的情况下,通过有选择地进行耐酸铝处理来形成绝缘层 29。而且,在由绝缘材料形成中间层 7 的情况下,如图 6 及图 7 所示,也可以通过有选择地形成导电层,将未设置导电层的部分的中间层 7 作为绝缘层 29。

[0135] 图 32 表示绝缘层 29 的配置例。图 32 所示的绝缘层 29-123 形成于与第三电极 11-2 及第三电极 11-3 相对的中间层 7-1 的表面,绝缘层 29-212 形成于与第三电极 11-1 及第三电极 11-2 相对的中间层 7-2 的表面,绝缘层 29-311 形成于与第三电极 11-1 相对的中间层 7-3 的表面,绝缘层 29-333 形成于与第三电极 11-3 相对的中间层 7-3 的表面,绝缘层 29-412 形成于与第三电极 11-1 及第三电极 11-2 相对的中间层 7-4 的表面,绝缘层 29-523 形成于与第三电极 11-2 及第三电极 11-3 相对的中间层 7-5 的表面。

[0136] (第三实施方式的超声波探头 121 的动作)

[0137] 利用图 33 ~ 图 38,说明第三实施方式的超声波探头 121 的动作。

[0138] 图 33 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-1 切断以连接信号线(未图示)与第三电极 11-1 的方式进行切换时的超声波探头 121 的剖面图。在图 33 所示的状态下,第三电极 11-1 与中间层 7-1 及中间层 7-5 电连接,但由于绝缘层 29-212、绝缘层 29-311 及绝缘层 29-412 而未与中间层 7-2、中间层 7-3 及中间层 7-4 电连接。因此,如果对第三电极 11-1 施加电压,则压电体 3-1 及压电体 3-5 能够经由中间层 7-1、7-5 及第二电极 4-1、4-5 进行驱动,但压电体 3-2、压电体 3-3 及压电体 3-4 不能驱动。

[0139] 图 34 是沿第三方向(阵列方向)在压电体 3-1 的位置切断超声波探头 121 的剖面图。在层积体 122 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 而形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14,其结果为压电体 3 在第三方向(阵列方向)上被一分为二。在图 34 所示的结构中,将被一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-1L、5-1R、压电体 3-1L、3-1R、第二电极 4-1L、4-1R。通过了第三电极 11-1 的电信号与中间层 7-1 电连接,进而通过第二电极 4-1L 及第二电极 4-1R 流向压电体 3-1L 及压电体 3-1R。在本实施方式中,即使第一沟槽 14 贯通第二电极 4,通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间存在未完全贯通的中间层 7(设置于中间层 7 的表面的绝缘层 29 未贯通),也能够一同对压电体 3-1L 及压电体 3-1R 施加电压。不限于压电体 3-1,在压电体 3-5 的位置所切断的截面的情况下也是一样的(未图示)。

[0140] 图 35 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-2 切断以连接信号线与第三电极 11-2 的方式进行切换时的超声波探头 121 的剖面图。在图 35 所示的状态下,第三电极 11-2 与中间层 7-3 电连接,但由于绝缘层 29-123、绝缘层 29-212、绝缘层 29-412 及绝缘层 29-523 而未与中间层 7-1、中间层 7-2、中间层 7-4 及中间层 7-5 电连接。因此,如果对第三

电极 11-2 施加电压,则压电体 3-3 能够经由中间层 7-3 及第二电极 4-3 进行驱动,但压电体 3-1、压电体 3-2、压电体 3-4 及压电体 3-5 不能驱动。

[0141] 图 36 是沿第三方向(阵列方向)在压电体 3-3 的位置切断超声波探头 121 的剖面图。在层积体 122 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 而形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14,其结果为压电体 3 在第三方向(阵列方向)上被一分为二。在图 36 所示的结构中,将被一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-3L,5-3R、压电体 3-3L,3-3R、第二电极 4-3L,4-3R。通过了第三电极 11-2 的电信号与中间层 7-3 电连接,进而通过第二电极 4-3L 及第二电极 4-3R 流向压电体 3-3L 及压电体 3-3R。在本实施方式中,即使第一沟槽 14 贯通第二电极 4,通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间存在未完全贯通的中间层 7(设置于中间层 7 的表面的绝缘层 29 未贯通),也能够一同对压电体 3-3L 及压电体 3-3R 施加电压。

[0142] 图 37 是沿第二方向(短轴方向)用第三电极 11-3 切断以连接信号线与第三电极 11-3 的方式进行切换时的超声波探头 121 的剖面图。在图 37 所示的状态下,第三电极 11-3 与中间层 7-2 及中间层 7-4 电连接,但由于绝缘层 29-123、绝缘层 29-333 及绝缘层 29-523 而未与中间层 7-1、中间层 7-3 及中间层 7-5 电连接。因此,如果对第三电极 11-3 施加电压,则压电体 3-2 及压电体 3-4 能够经由中间层 7-2,7-4 及第二电极 4-2,4-4 进行驱动,但压电体 3-1、压电体 3-3 及压电体 3-5 不能驱动。

[0143] 图 38 是沿第三方向(阵列方向)在压电体 3-2 的位置切断超声波探头 121 的剖面图。在层积体 122 上设置有一个贯通第一电极 5、压电体 3 及第二电极 4 而形成至中间层 7 的一部分的第一沟槽 14,其结果为压电体 3 在第三方向(阵列方向)上被一分为二。在图 38 所示的结构中,将被一分为二的左右的第一电极 5、压电体 3、第二电极 4 分别设为第一电极 5-2L,5-2R、压电体 3-2L,3-2R、第二电极 4-2L,4-2R。通过了第三电极 11-3 的电信号与中间层 7-2 电连接,进而通过第二电极 4-2L 及第二电极 4-2R 流向压电体 3-2L 及压电体 3-2R。在本实施方式中,即使第一沟槽 14 贯通第二电极 4,通过在第二电极 4 与第三电极 11 之间存在未完全贯通的中间层 7(设置于中间层 7 的表面的绝缘层 29 未贯通),也能够一同对压电体 3-2L 及压电体 3-2R 施加电压。不限于压电体 3-2,在压电体 3-4 的位置所切断的截面的情况下也是一样的(未图示)。

[0144] 本发明基于 2013 年 8 月 7 日在日本提交的第 2013-164537 号专利申请主张优先权,其所有内容通过引用而被包含在本说明书中。

[0145] 本发明的超声波探头具有在第二方向(短轴方向)上隔着规定间隔排列的多个压电体,并且在第三方向(阵列方向)上需要辅助切割的超声波探头中,在多个压电体与控制压电体的驱动数(开口)的第三电极之间设有中间层。该超声波探头具有在第二方向上延伸的第一沟槽贯通至中间层的一部分的辅助切割结构。因此,不受制造超声波探头时的加工精度及部件差异的影响,能够高可靠性地实现多个压电体与第三电极间的电连接,作为应用于超声波图像诊断的超声波探头等是有用的。

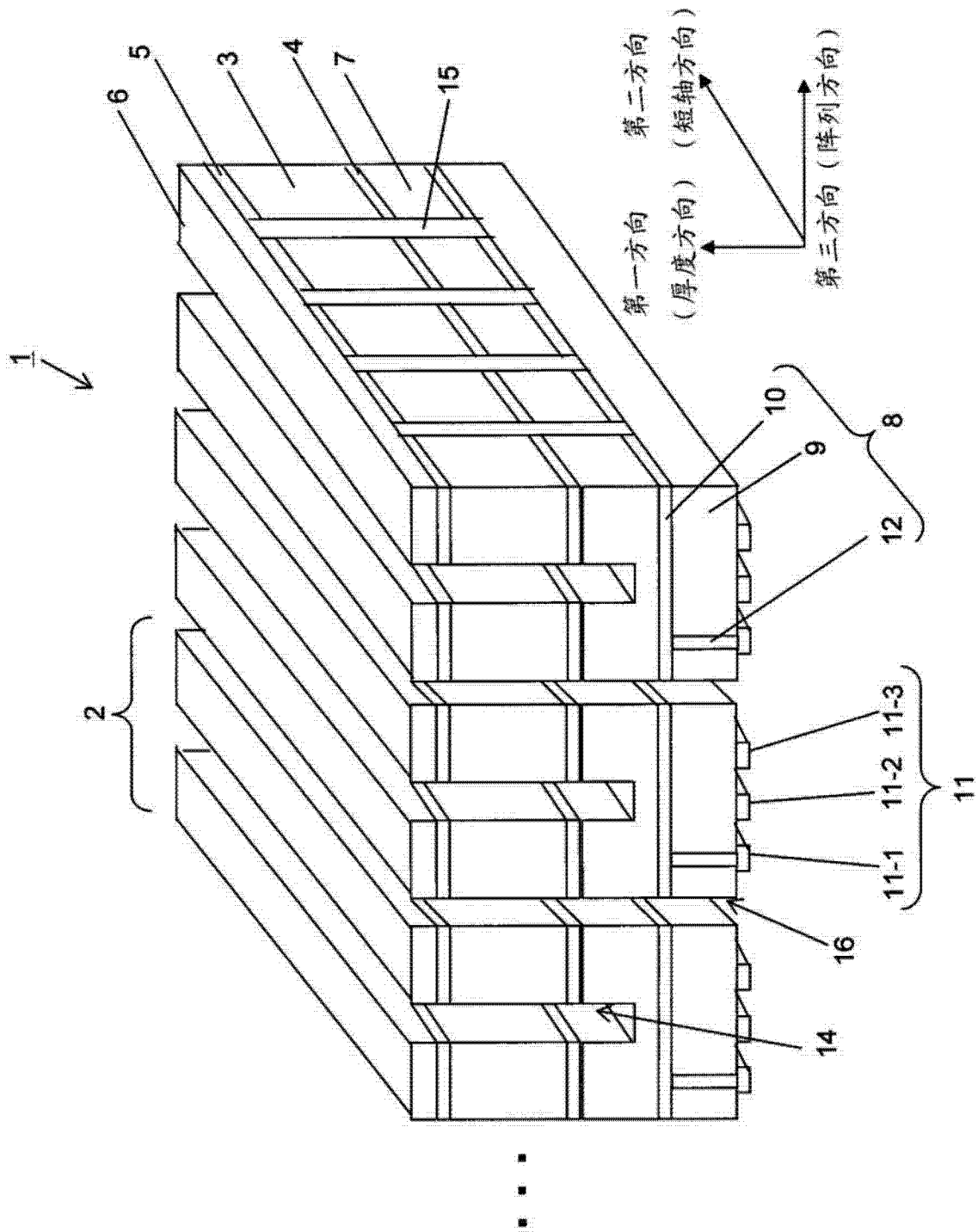


图 1

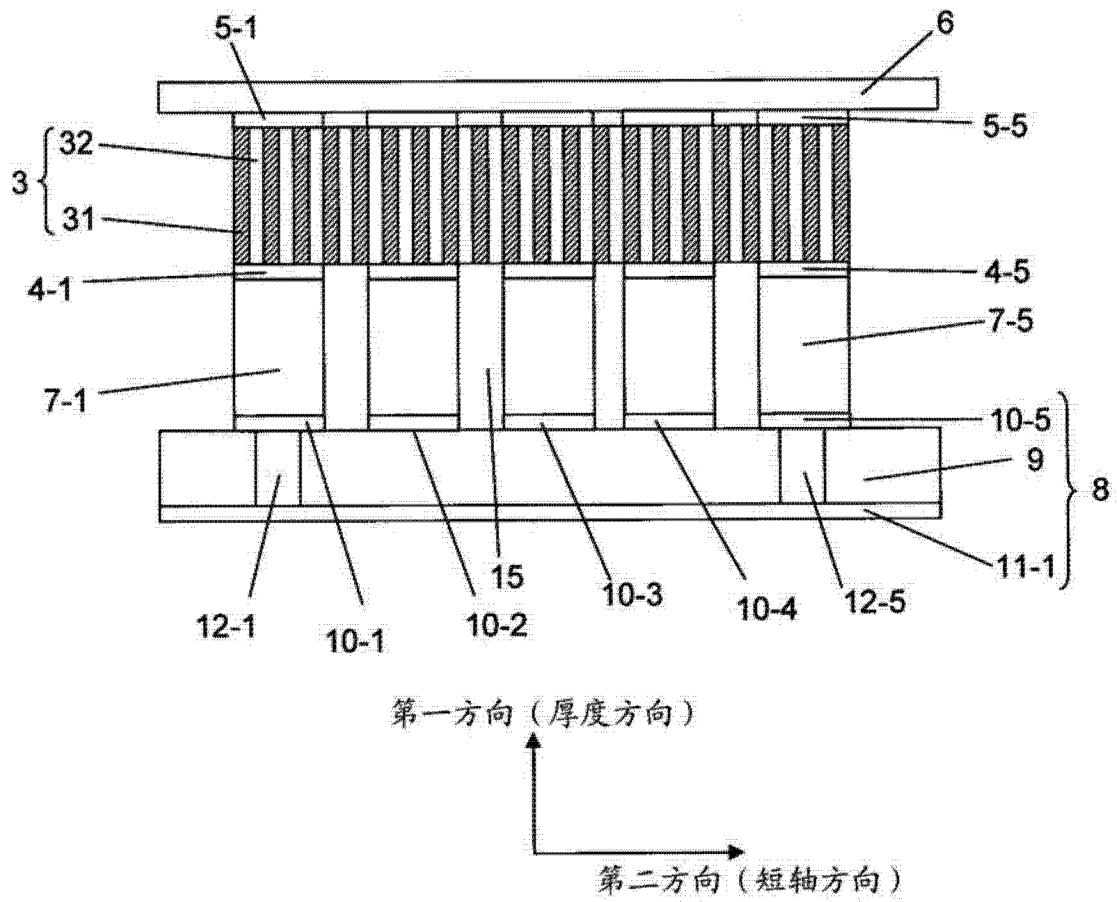


图 2

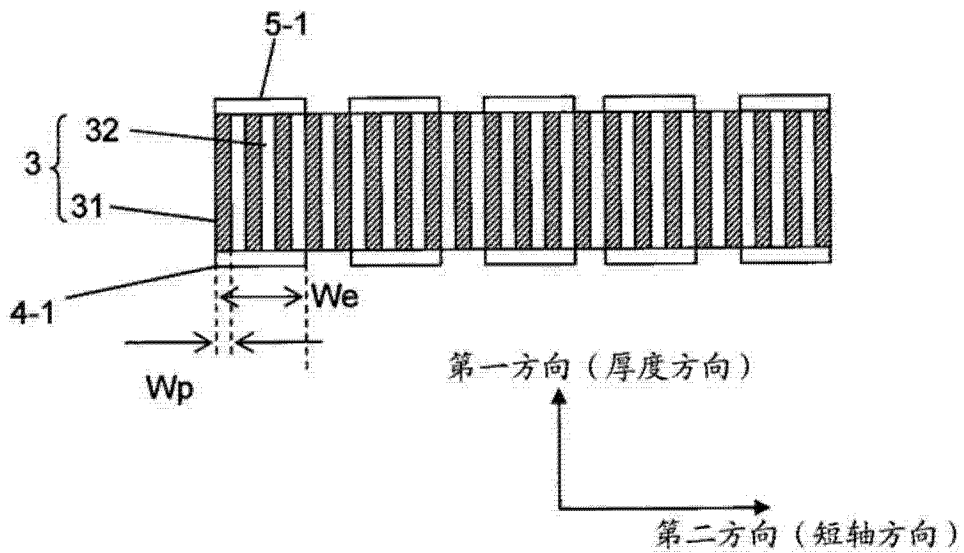


图 3

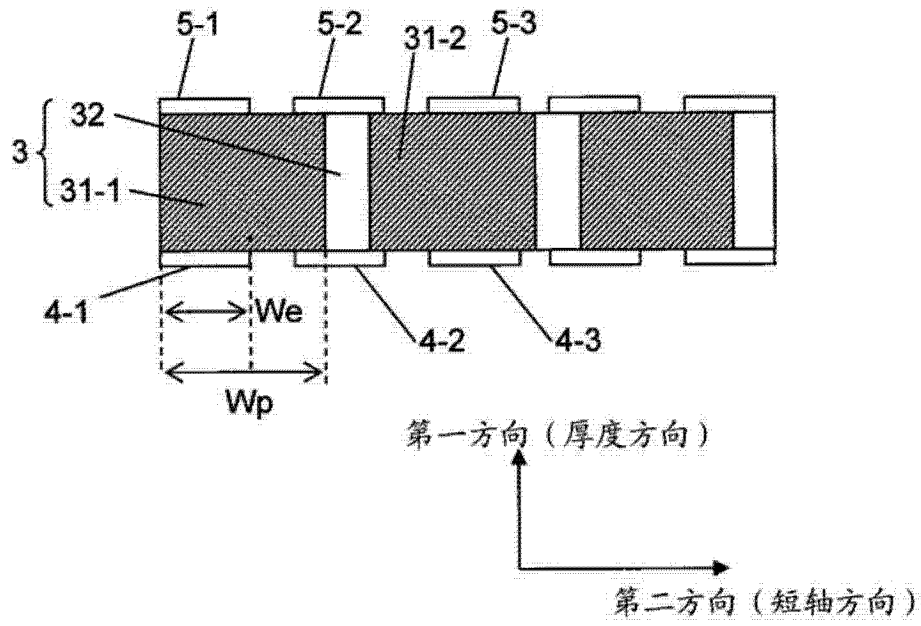


图 4

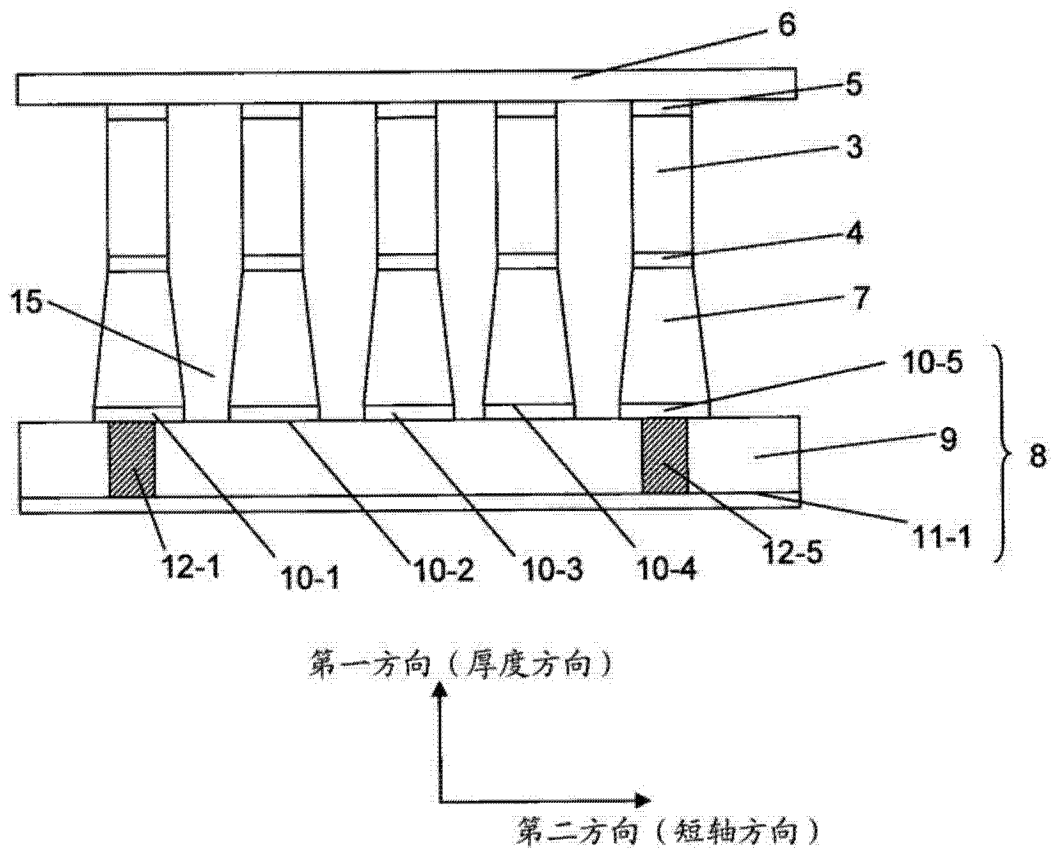


图 5

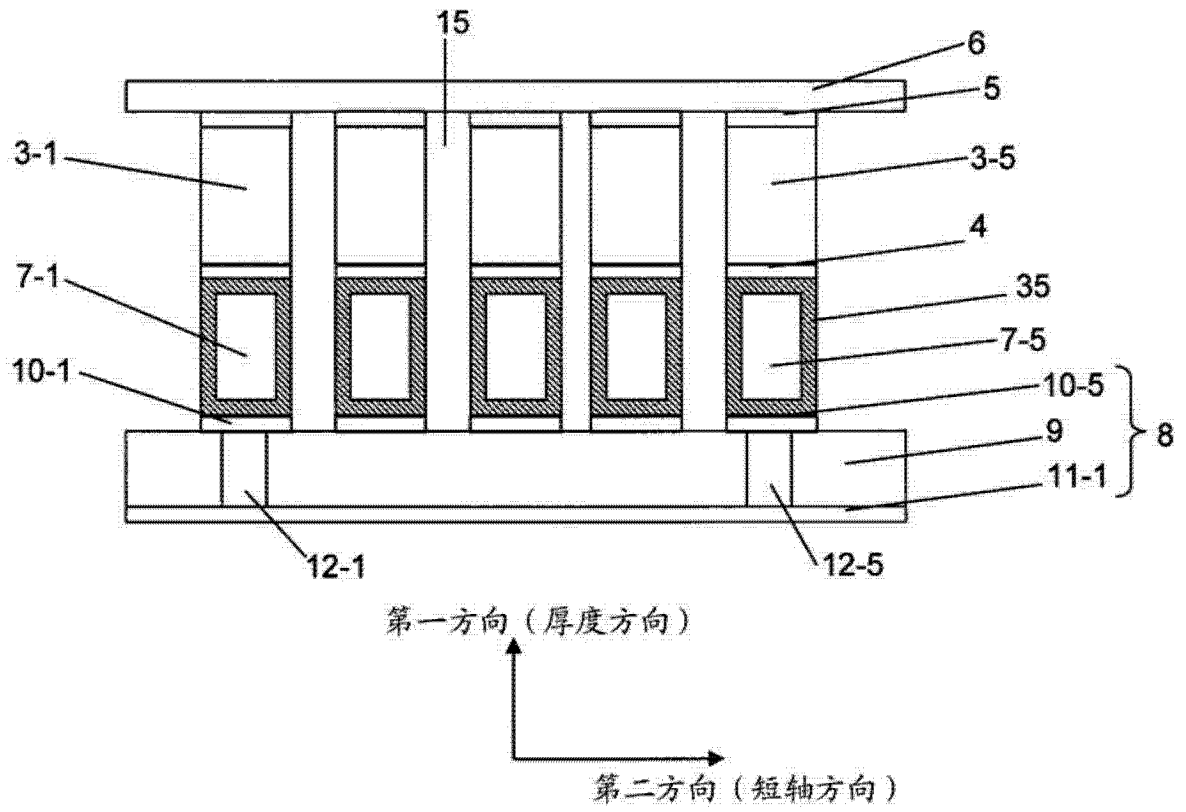


图 6

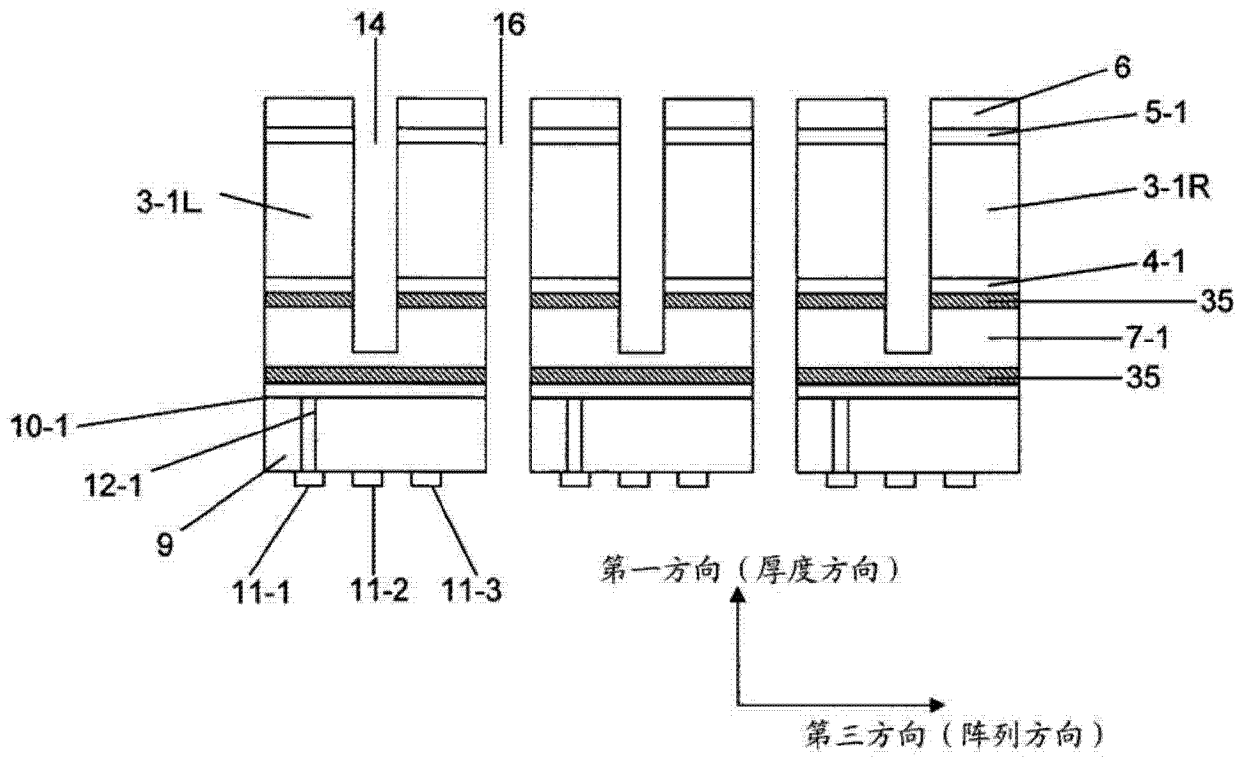


图 7

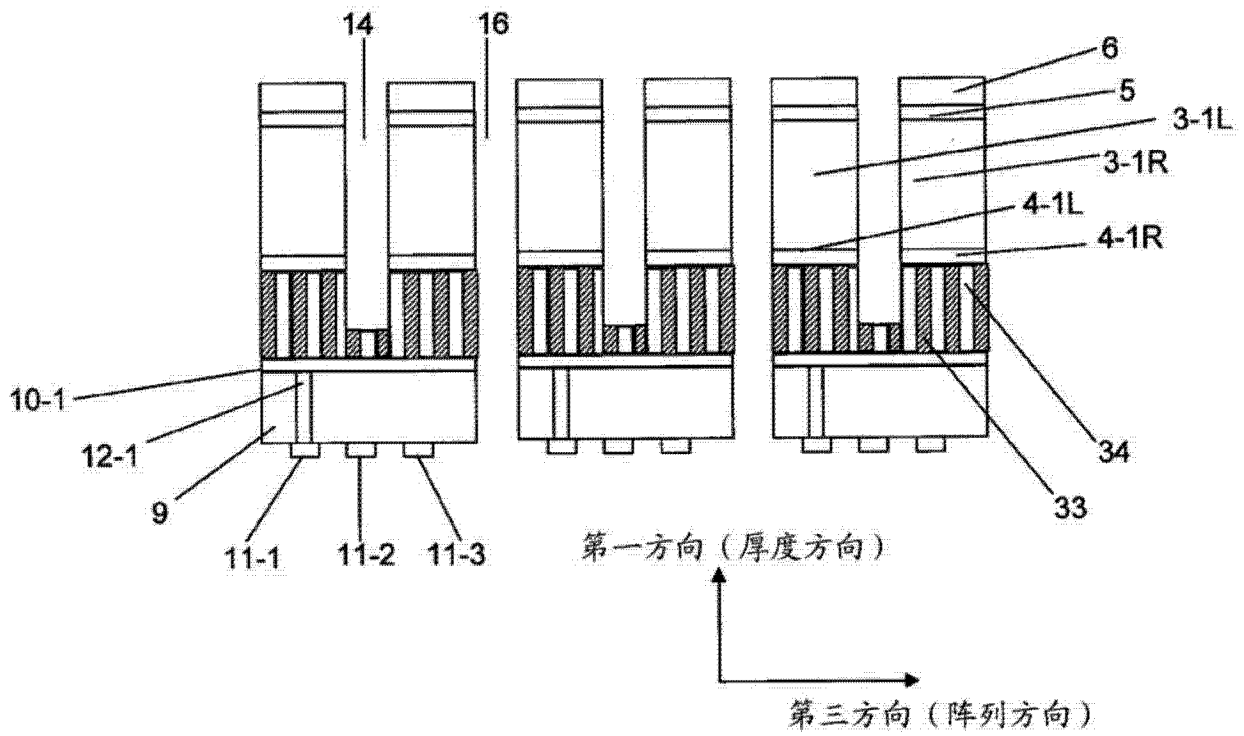


图 8

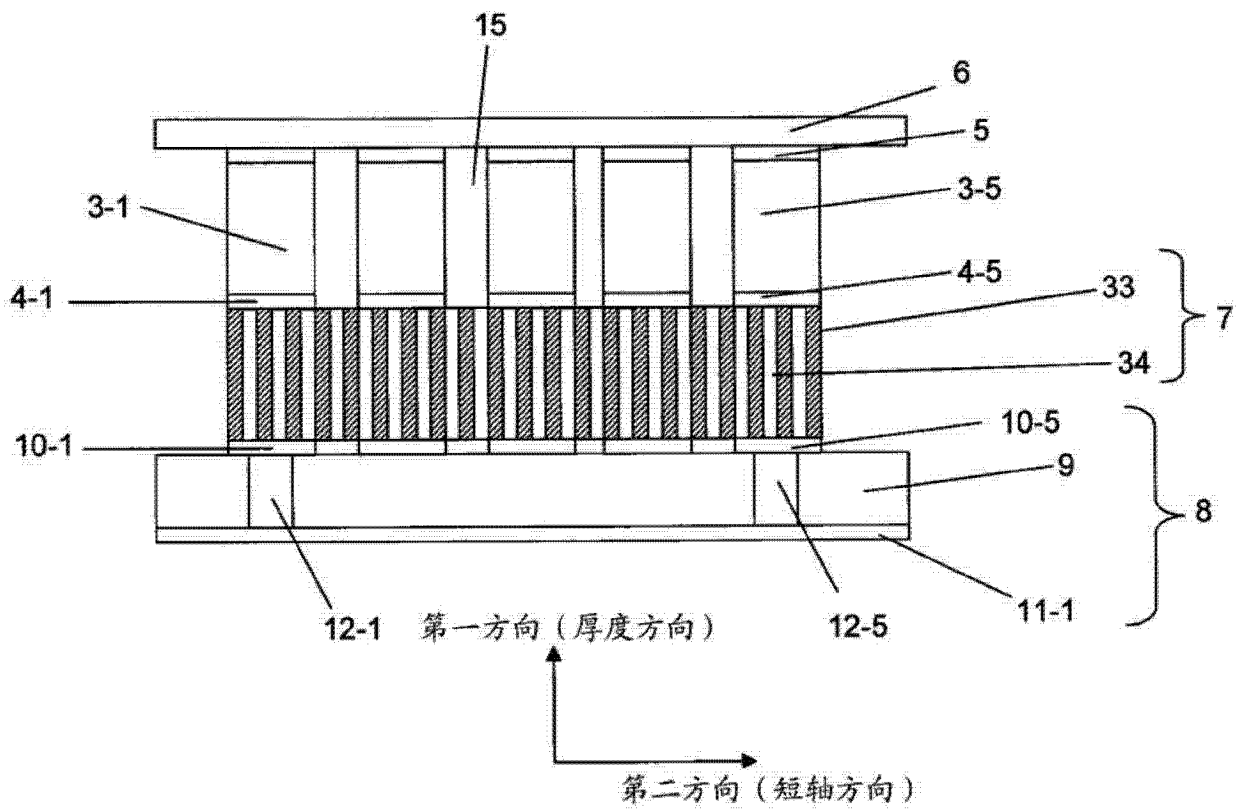


图 9

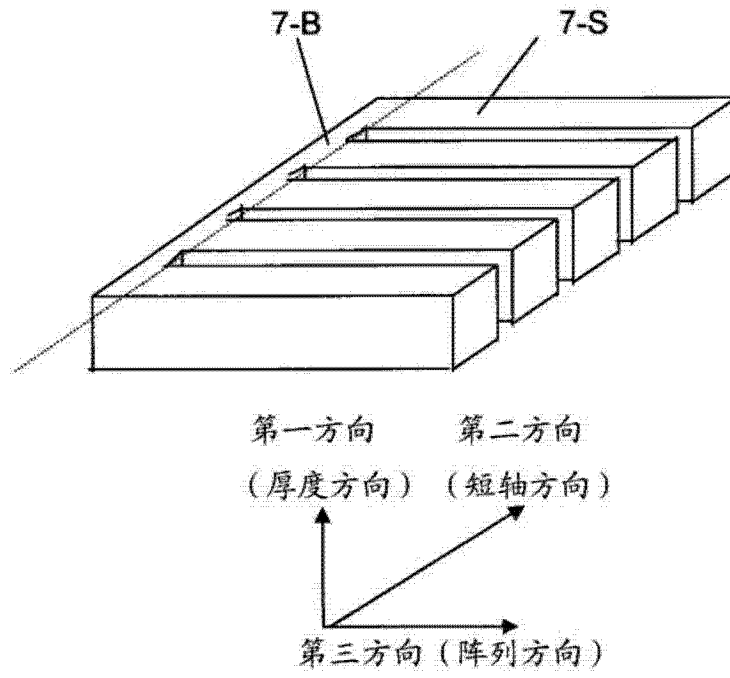


图 10

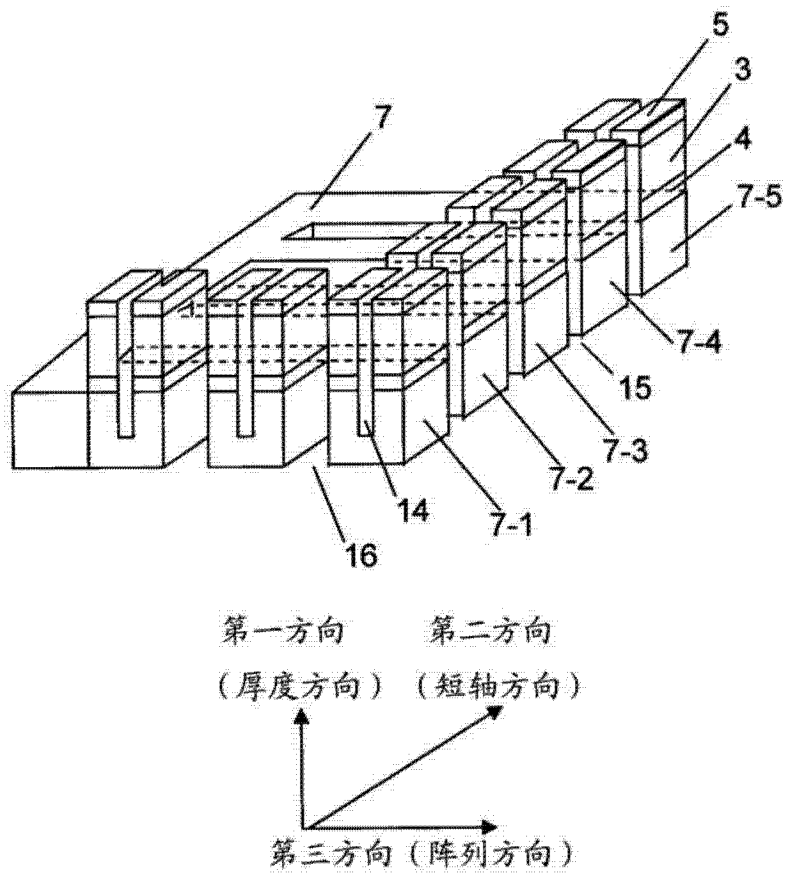


图 11

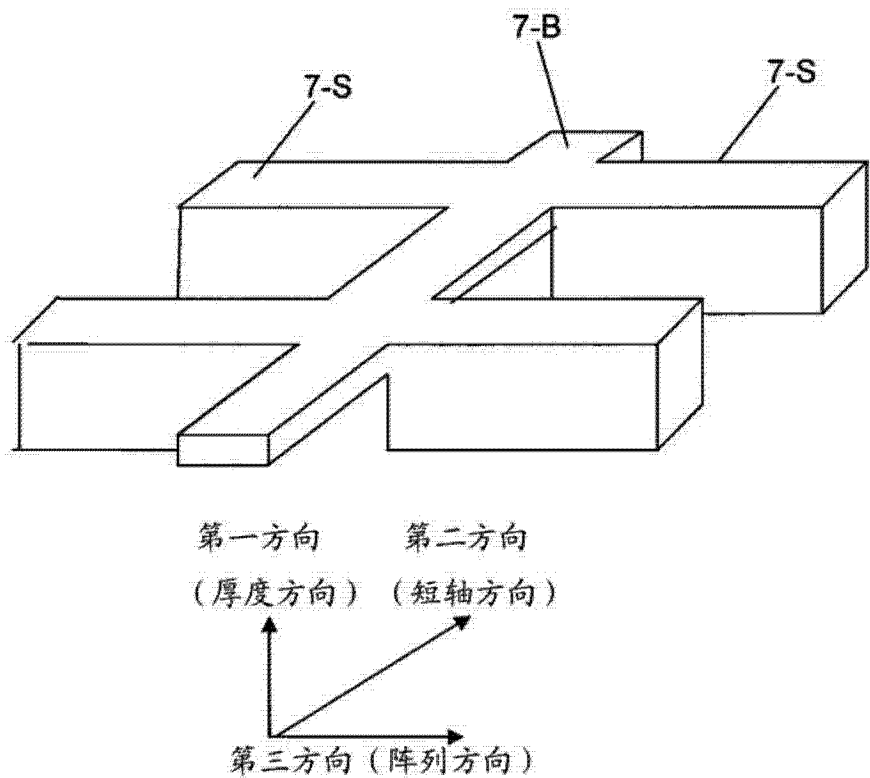


图 12

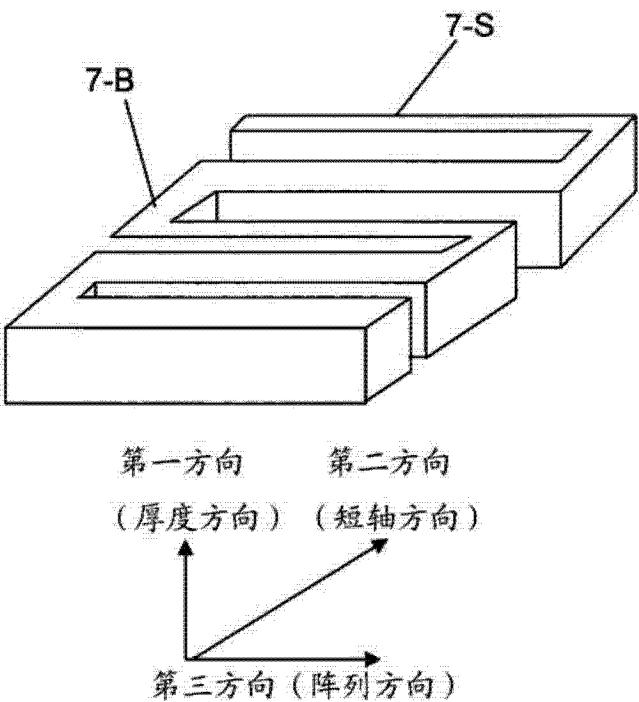


图 13

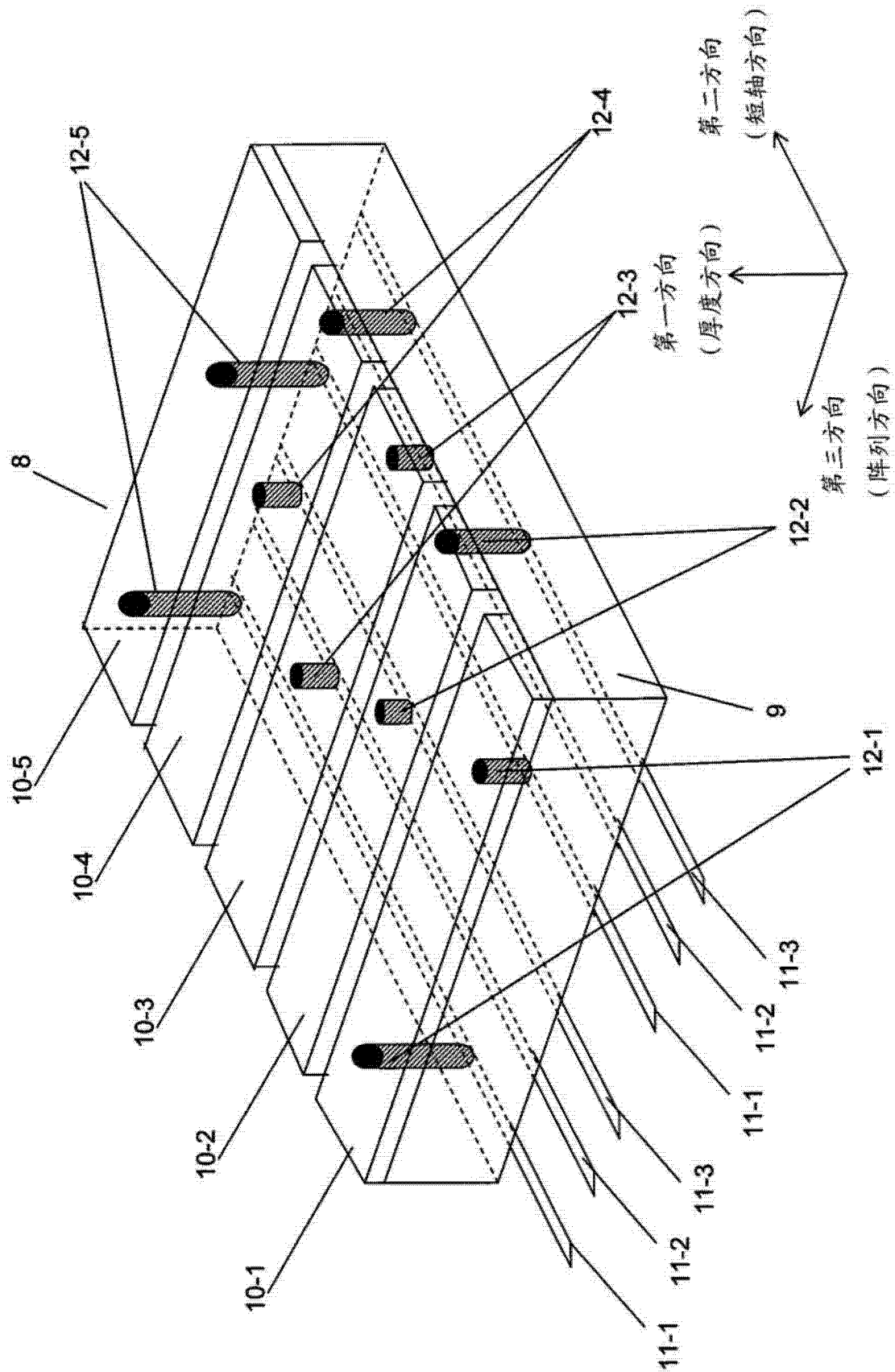


图 14

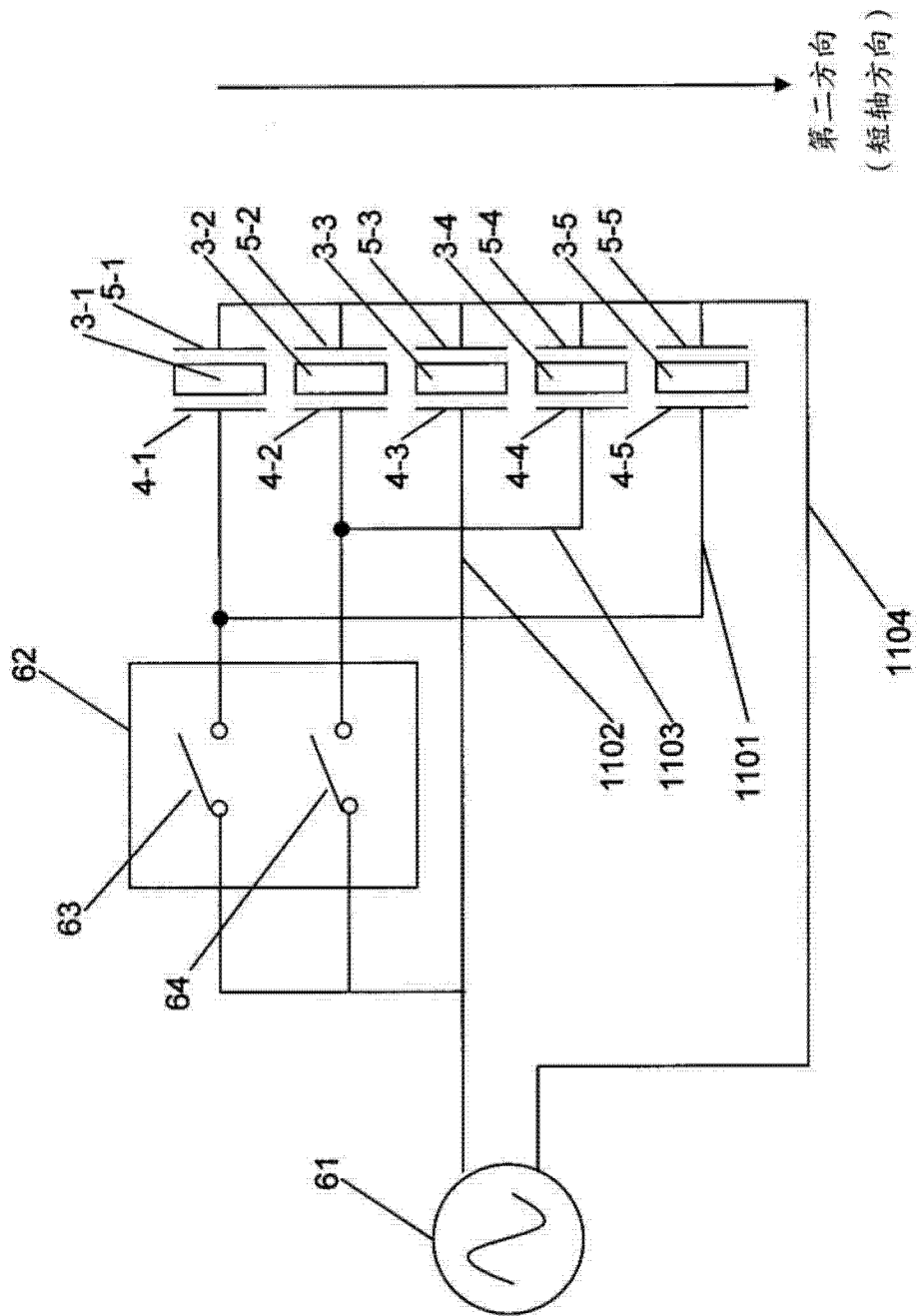


图 15

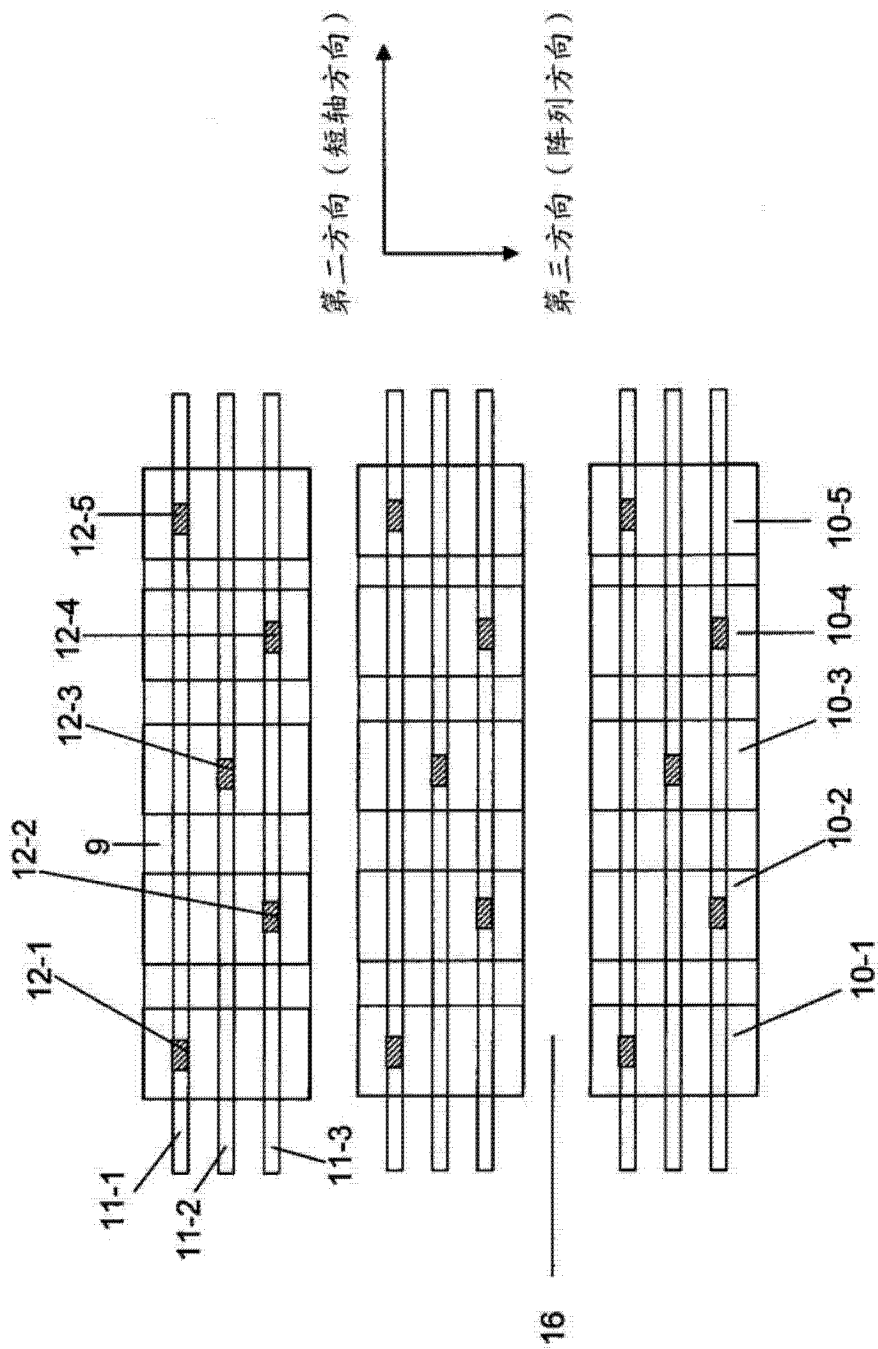


图 16

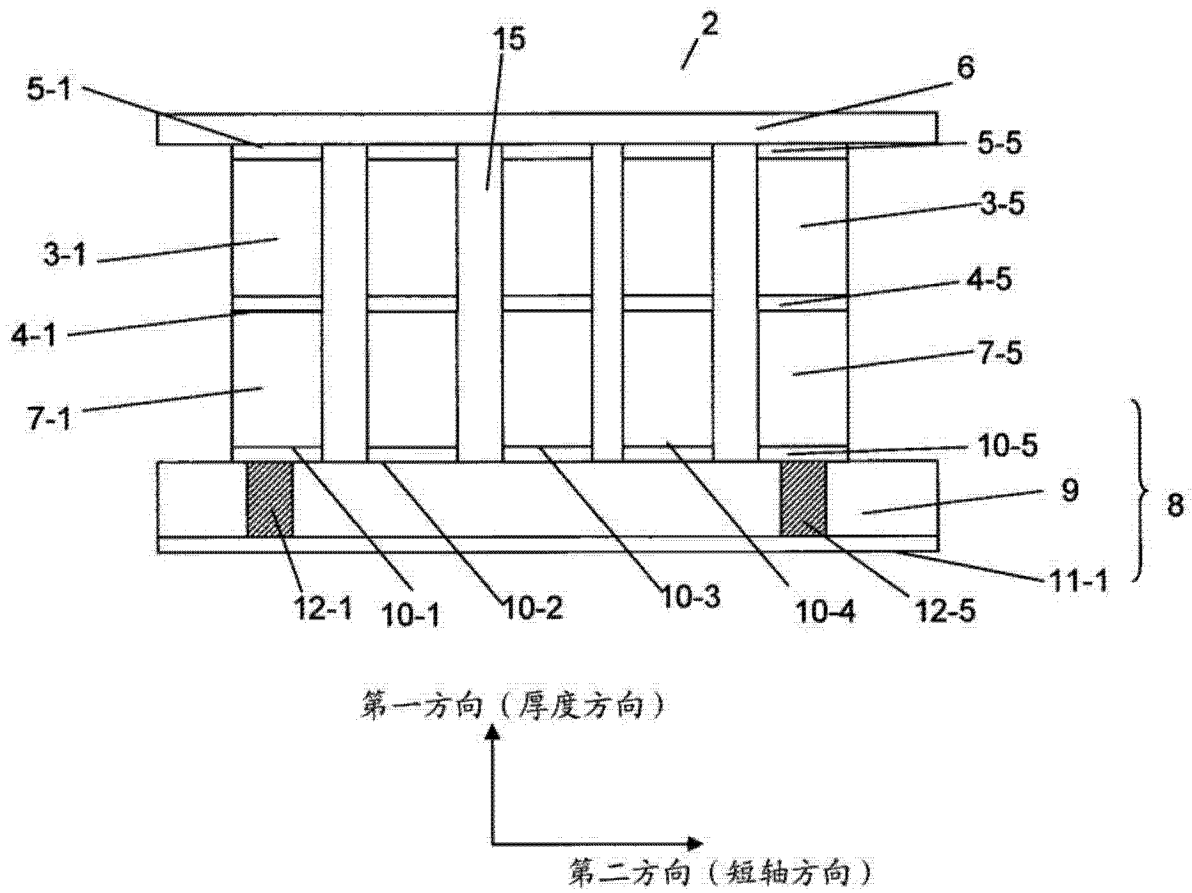


图 17

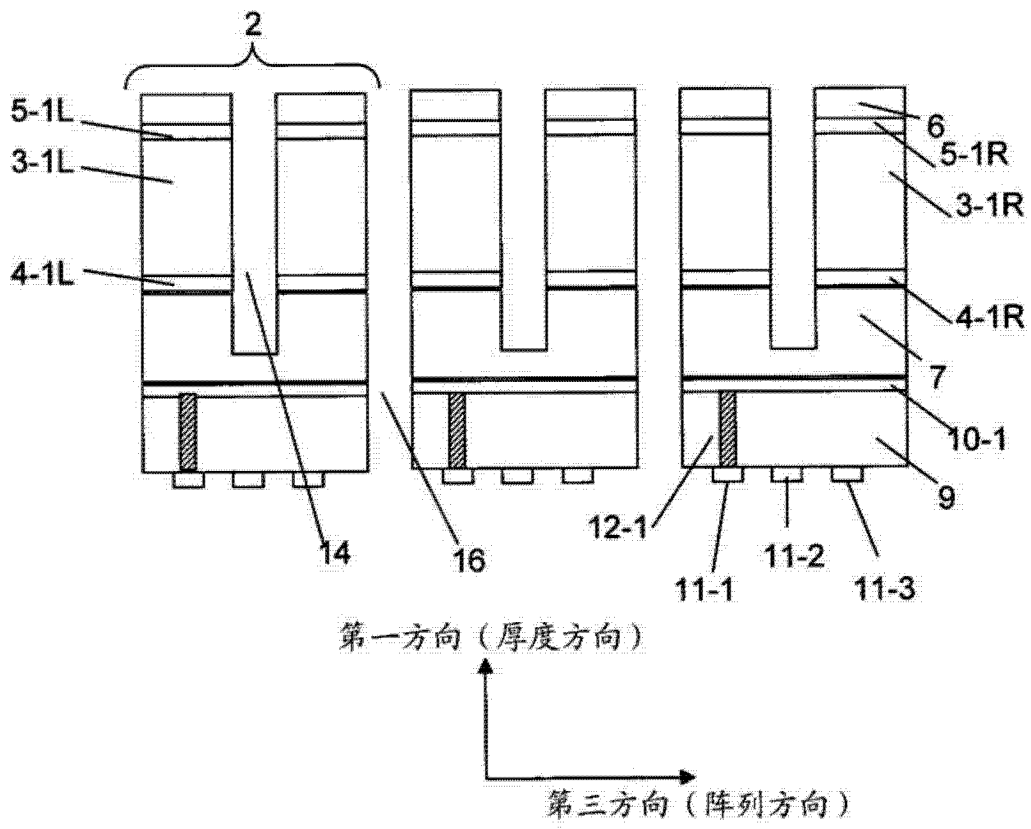


图 18

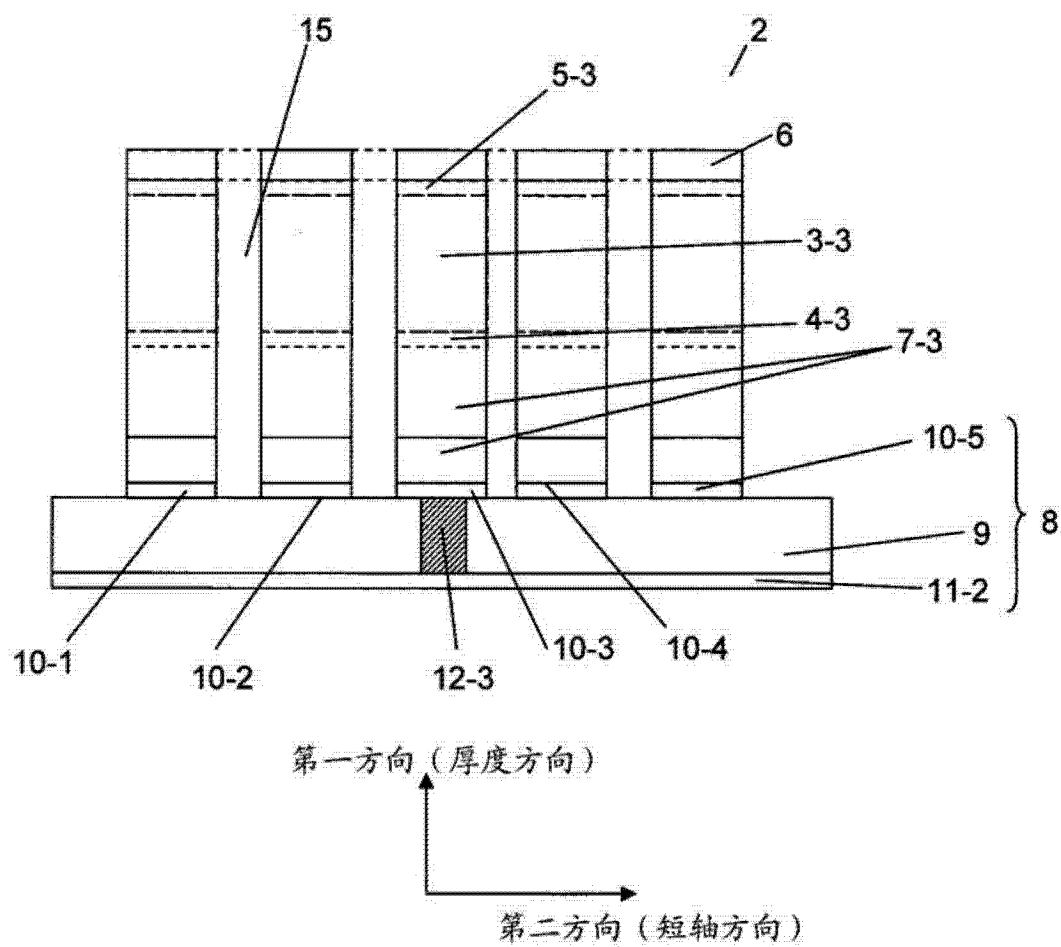


图 19

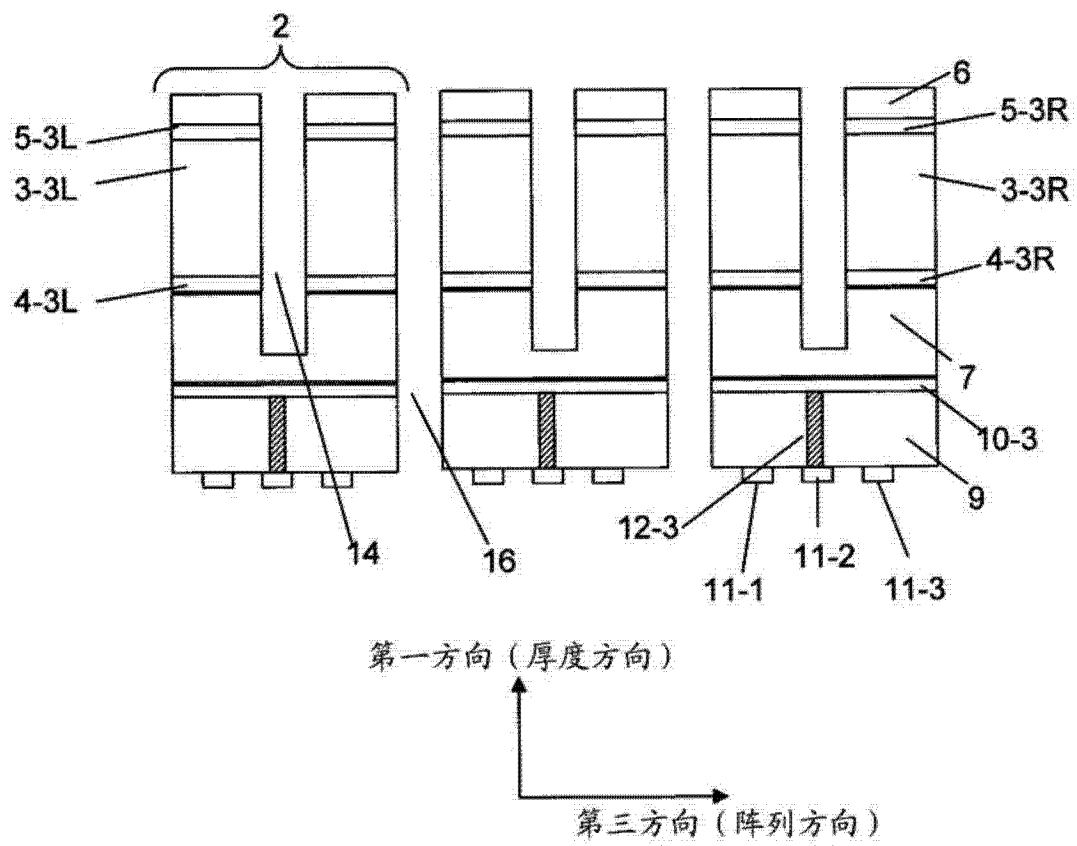


图 20

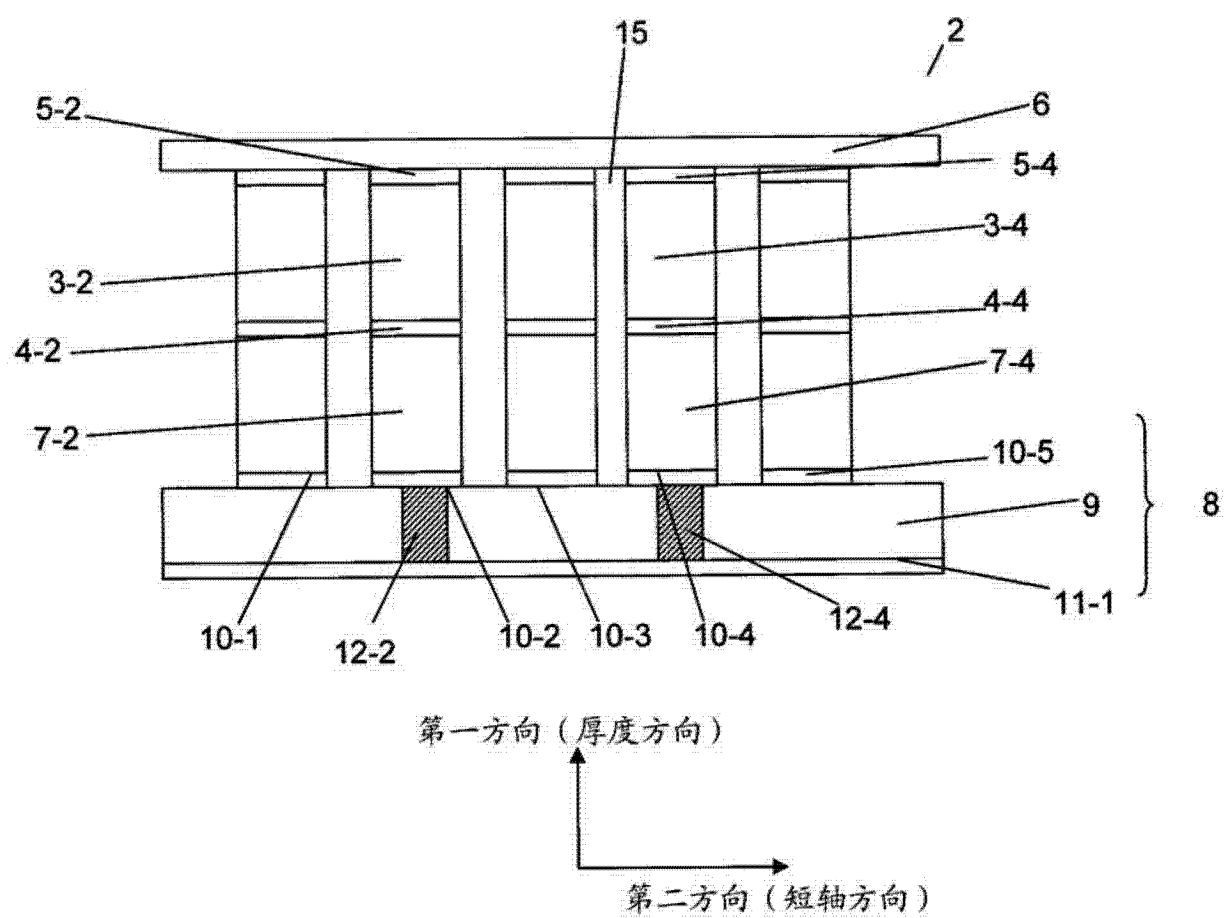


图 21

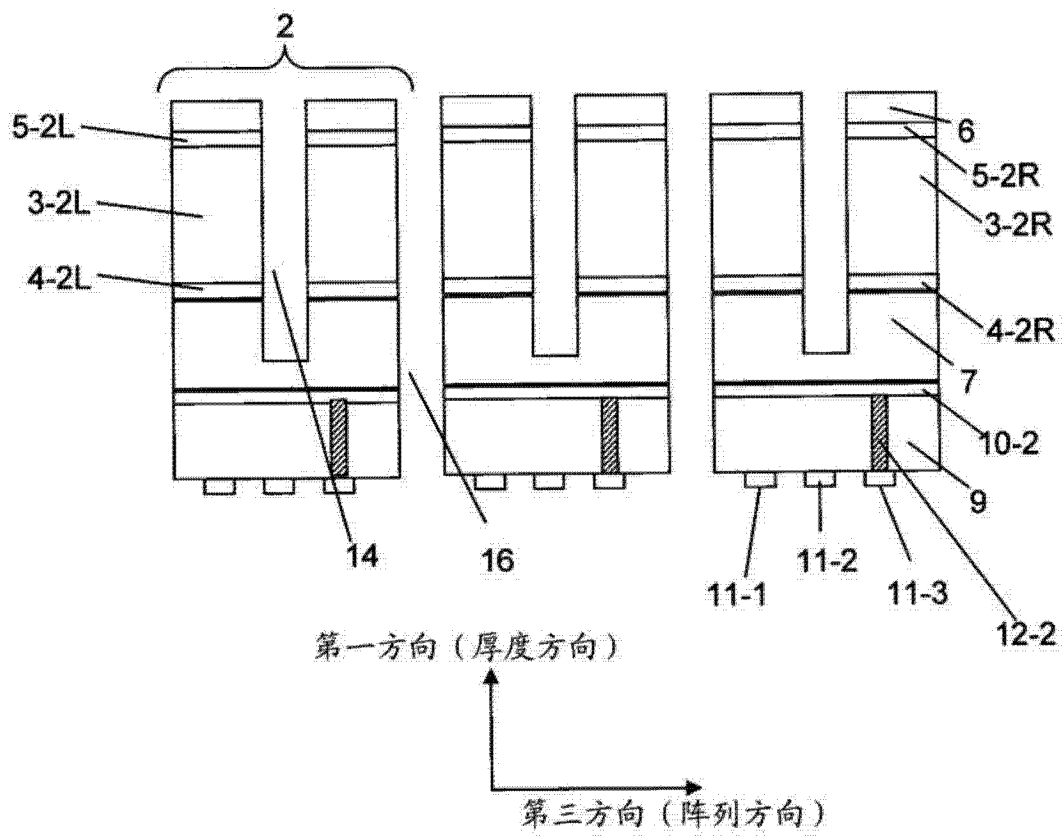


图 22

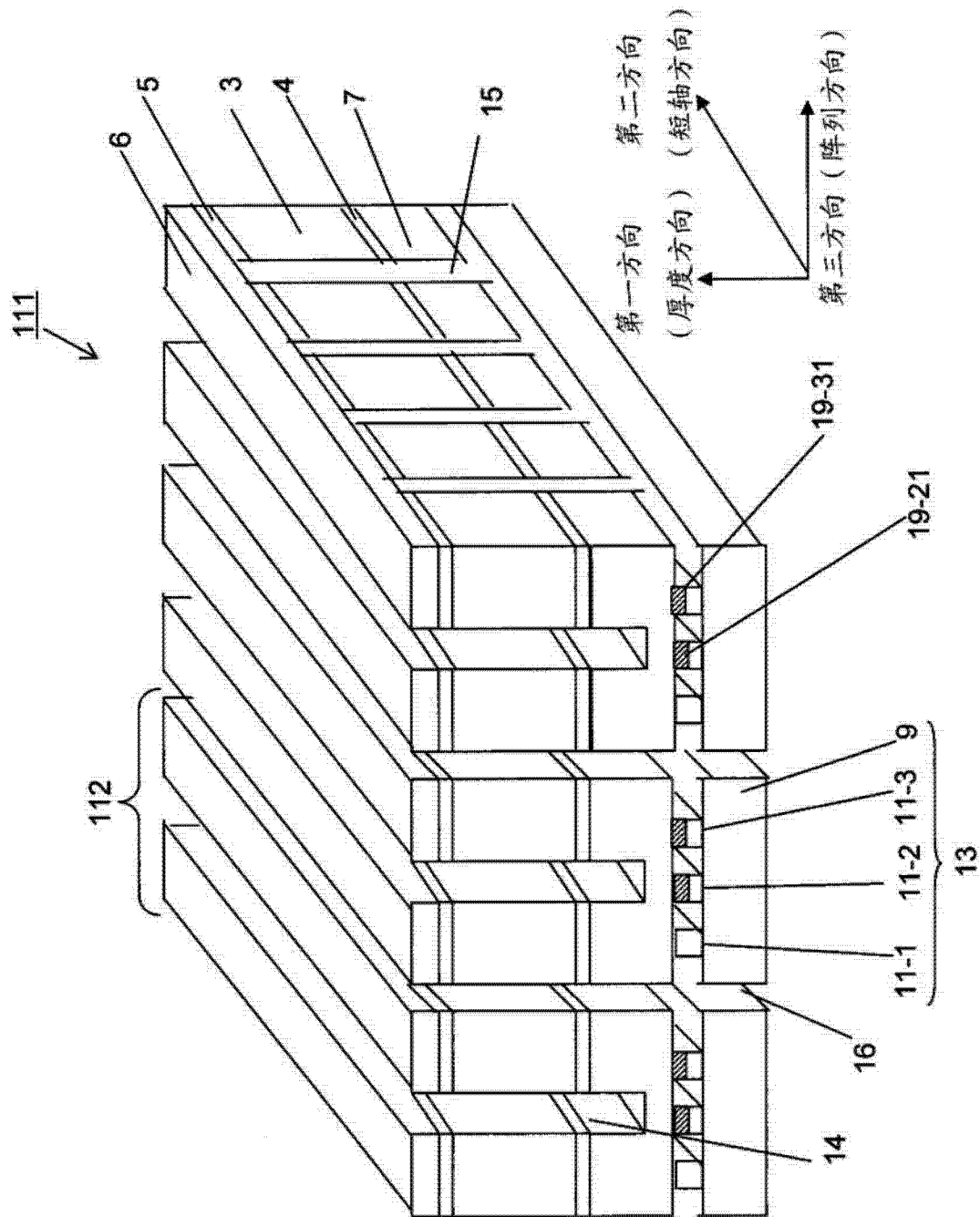


图 23

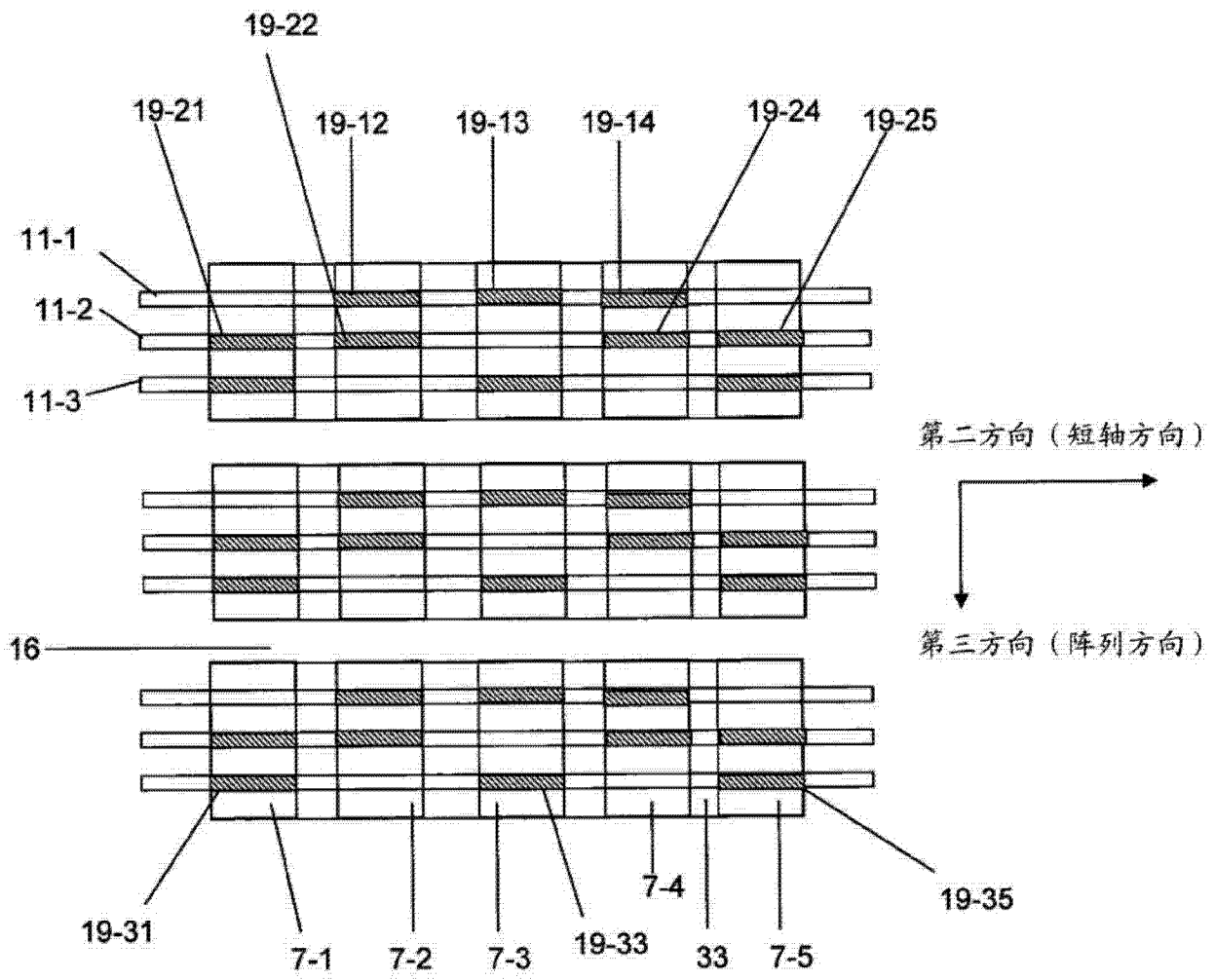


图 24

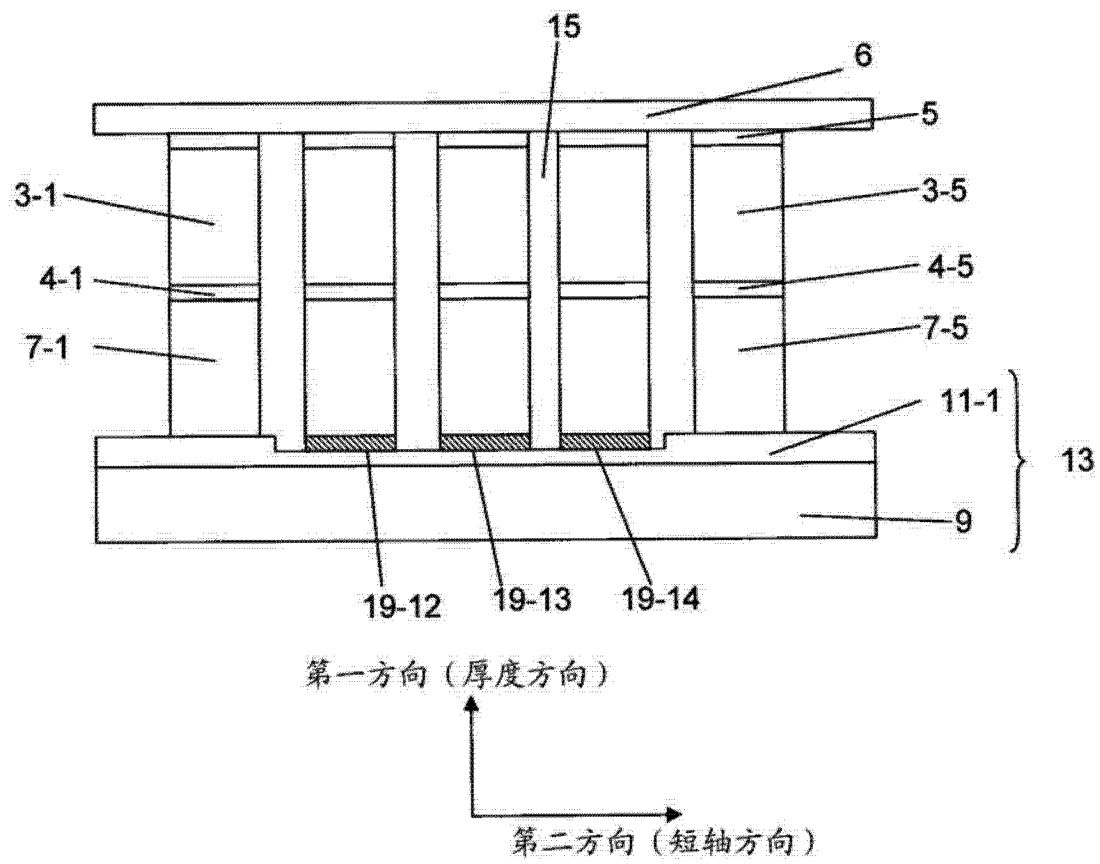


图 25

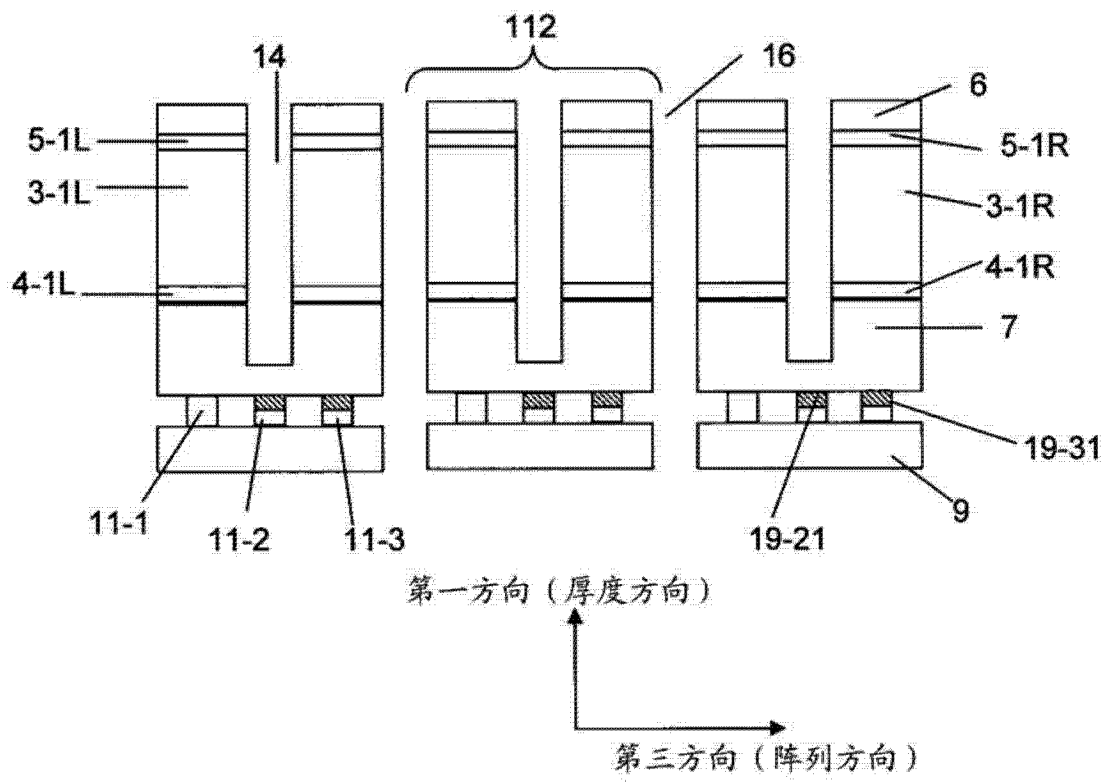


图 26

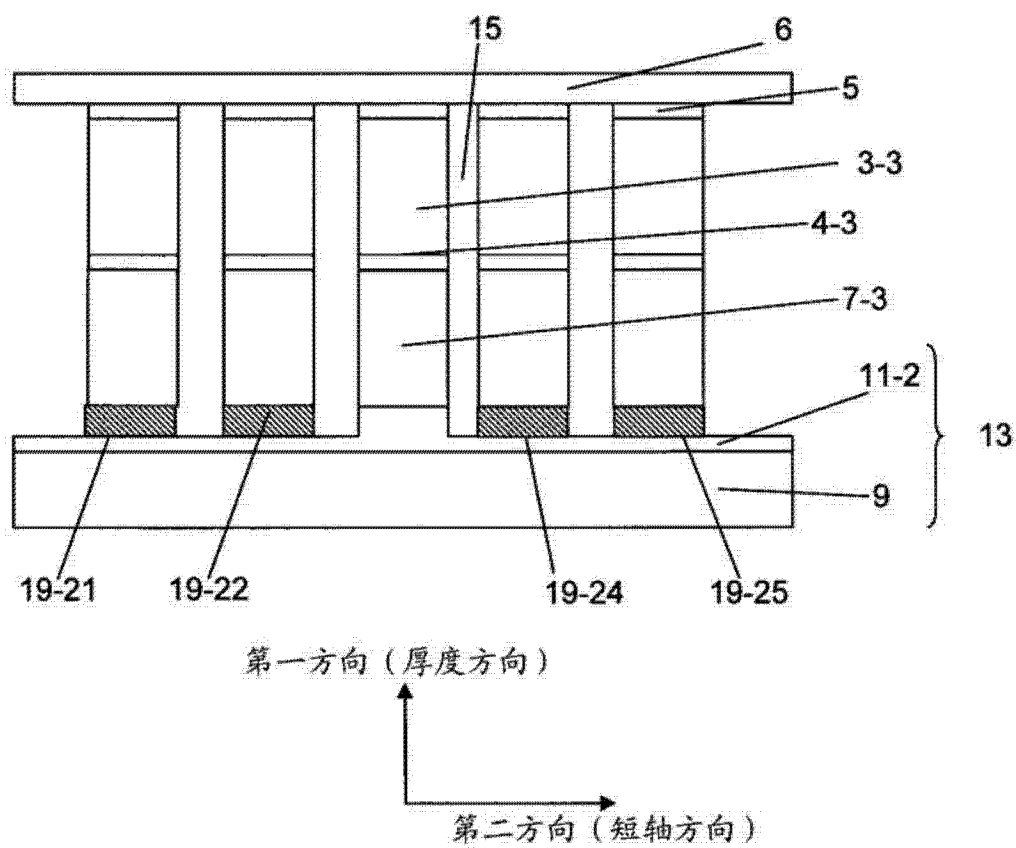


图 27

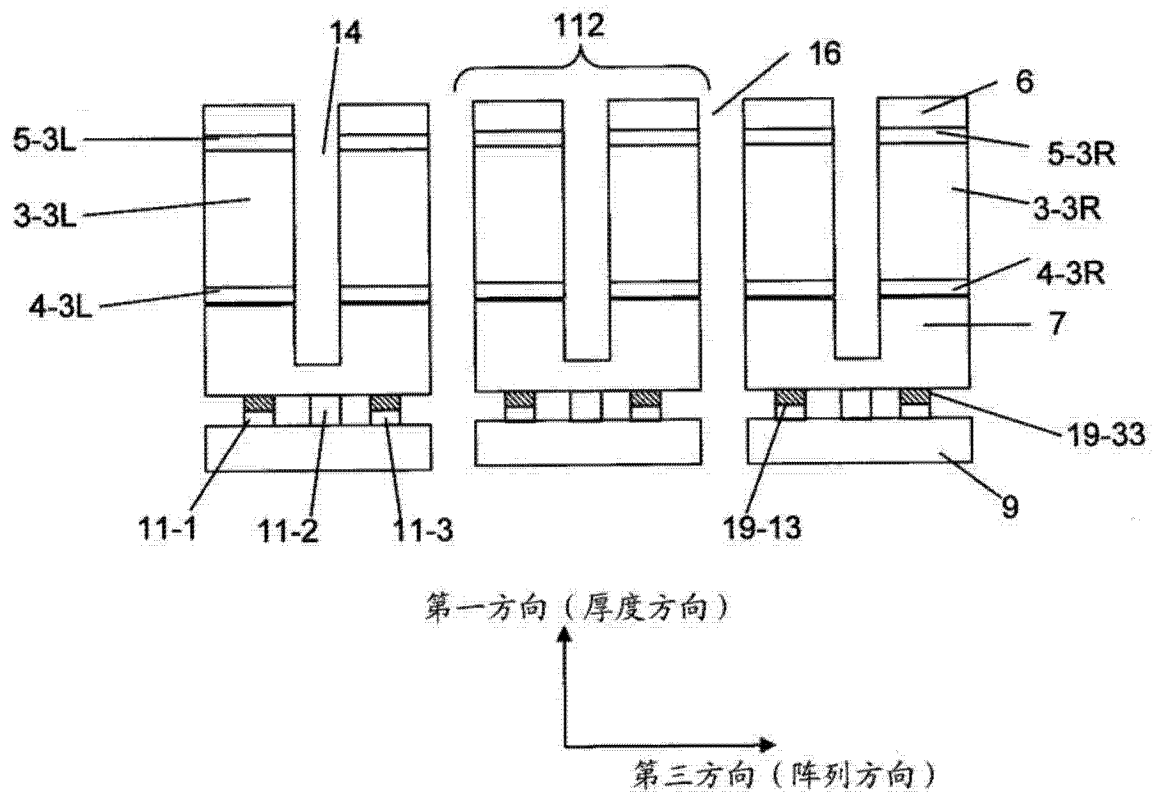


图 28

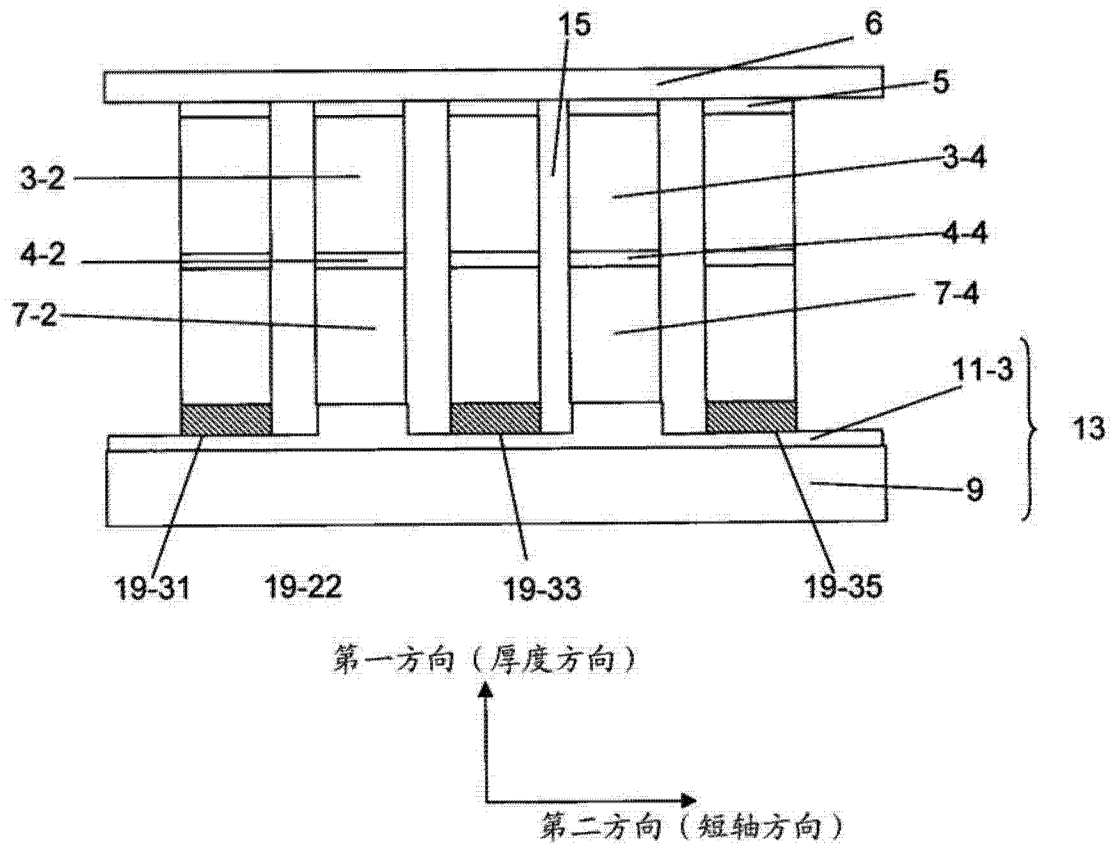


图 29

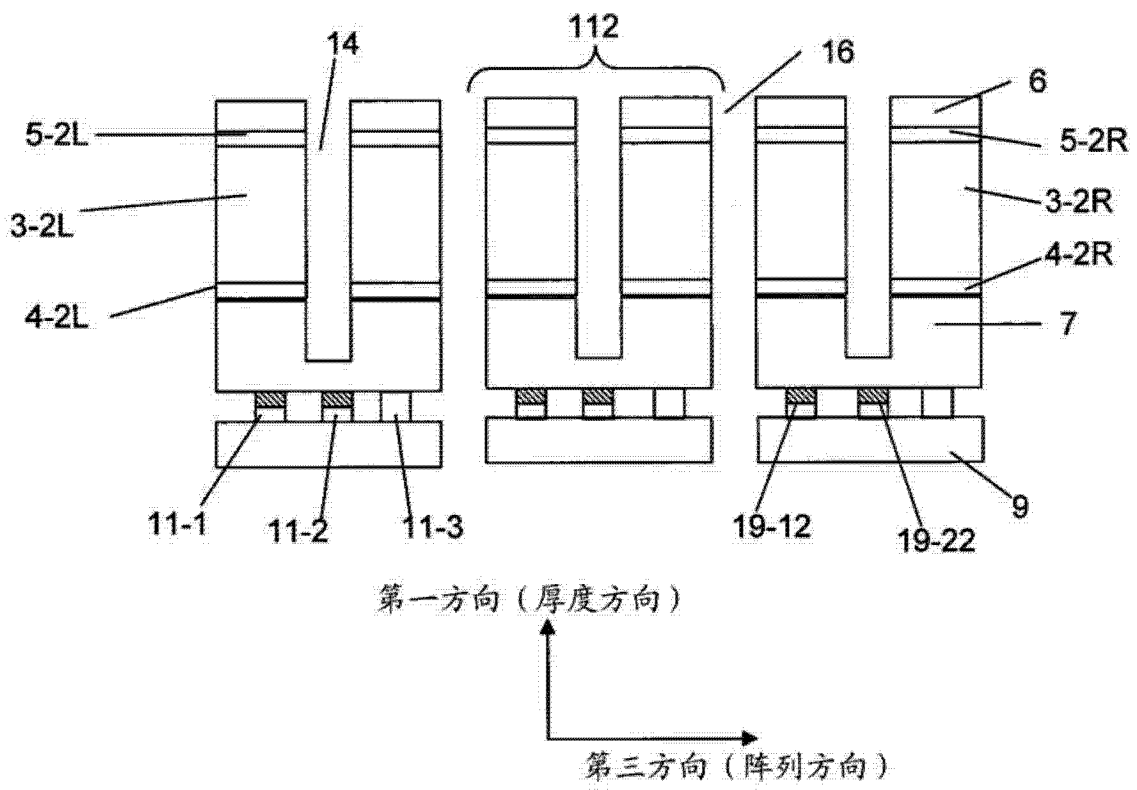


图 30

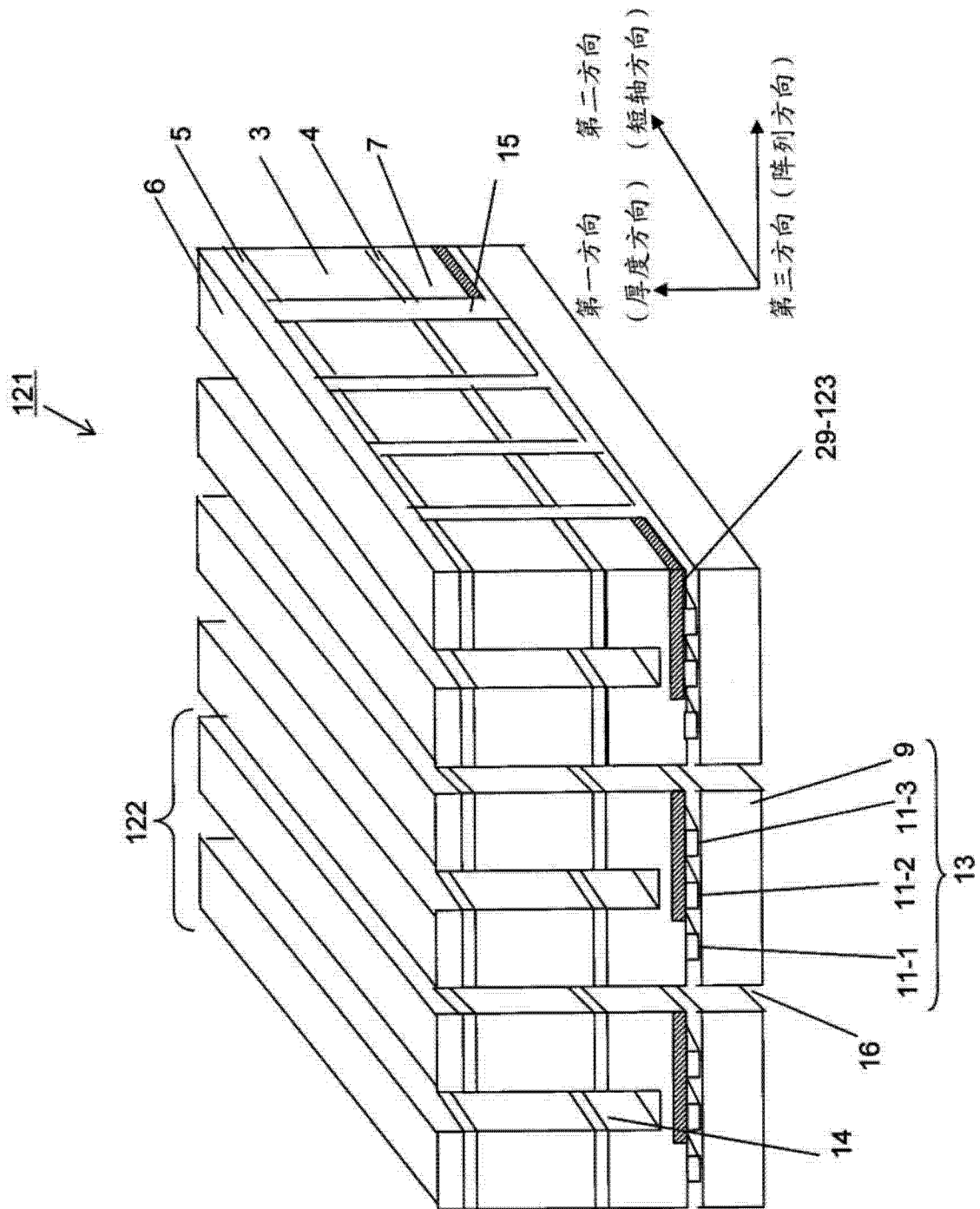


图 31

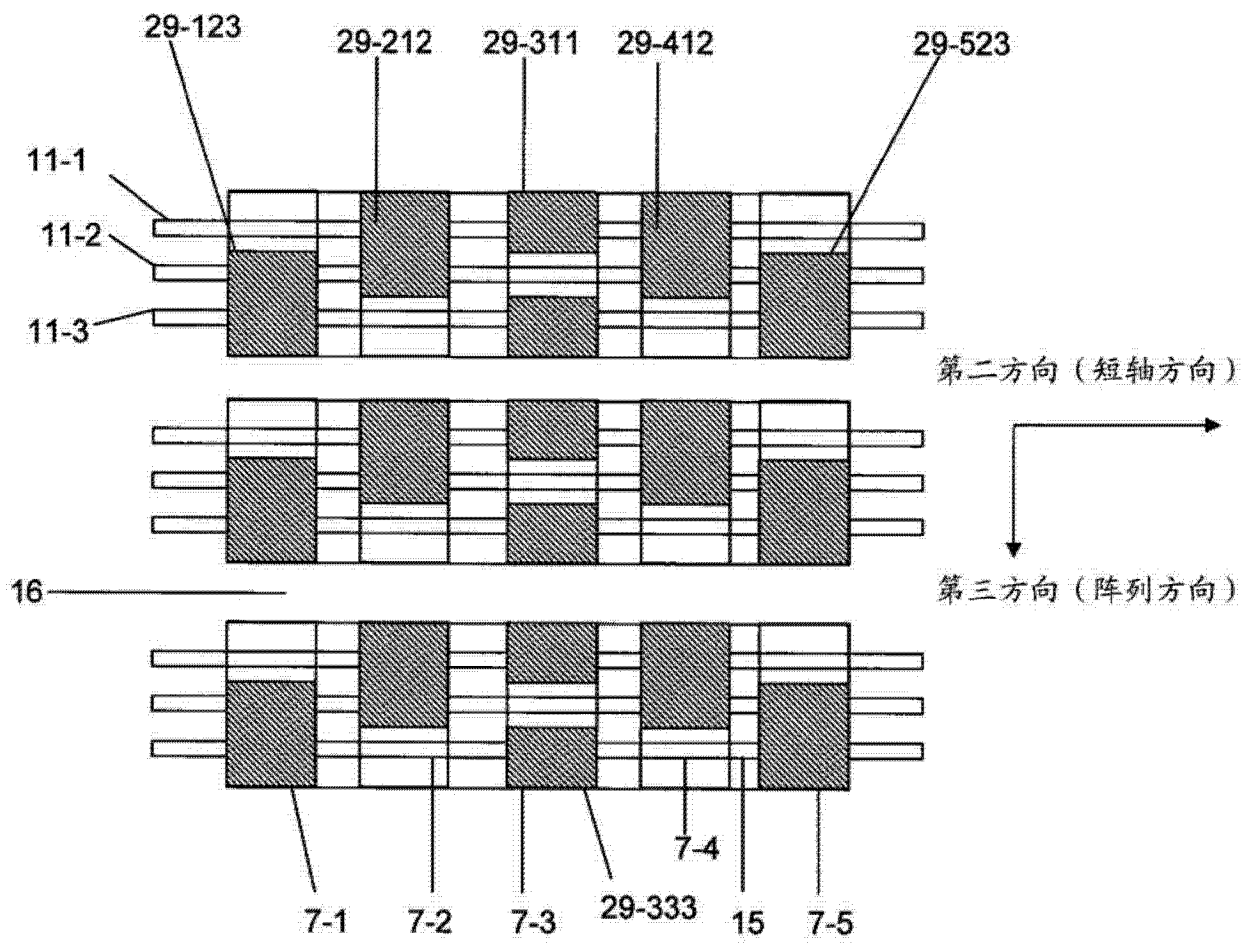


图 32

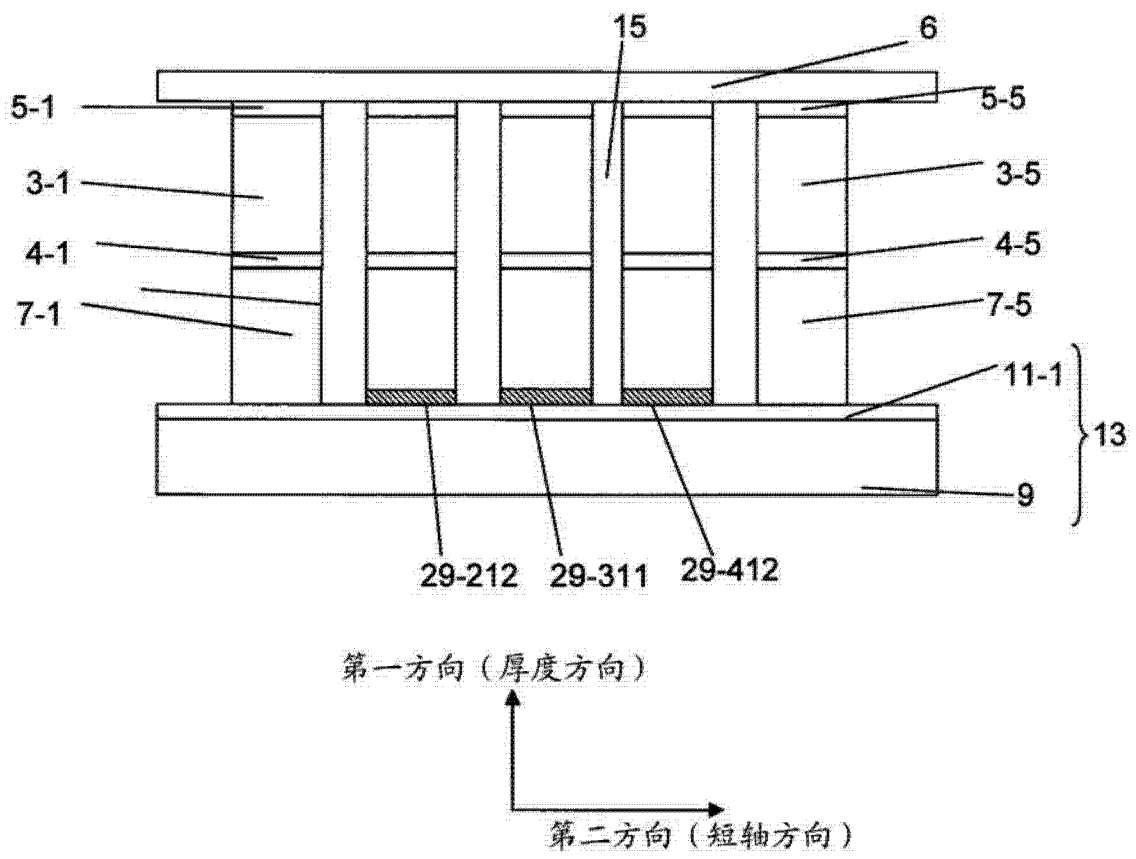


图 33

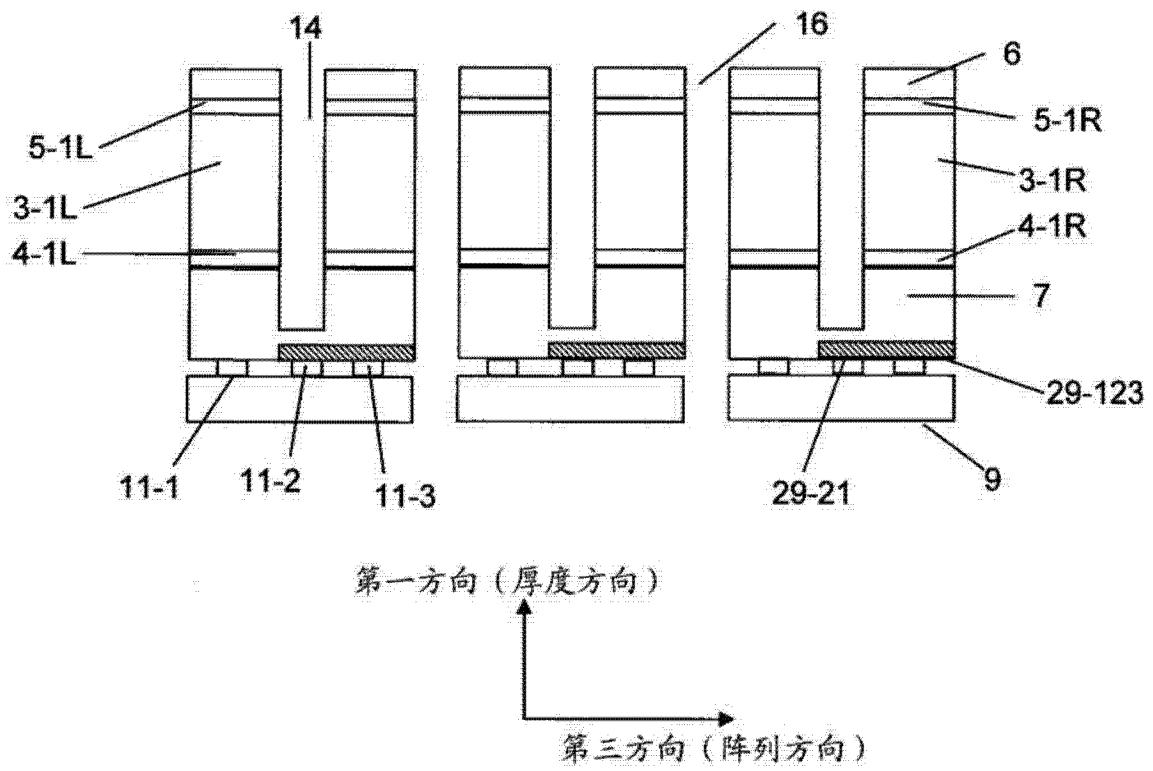


图 34

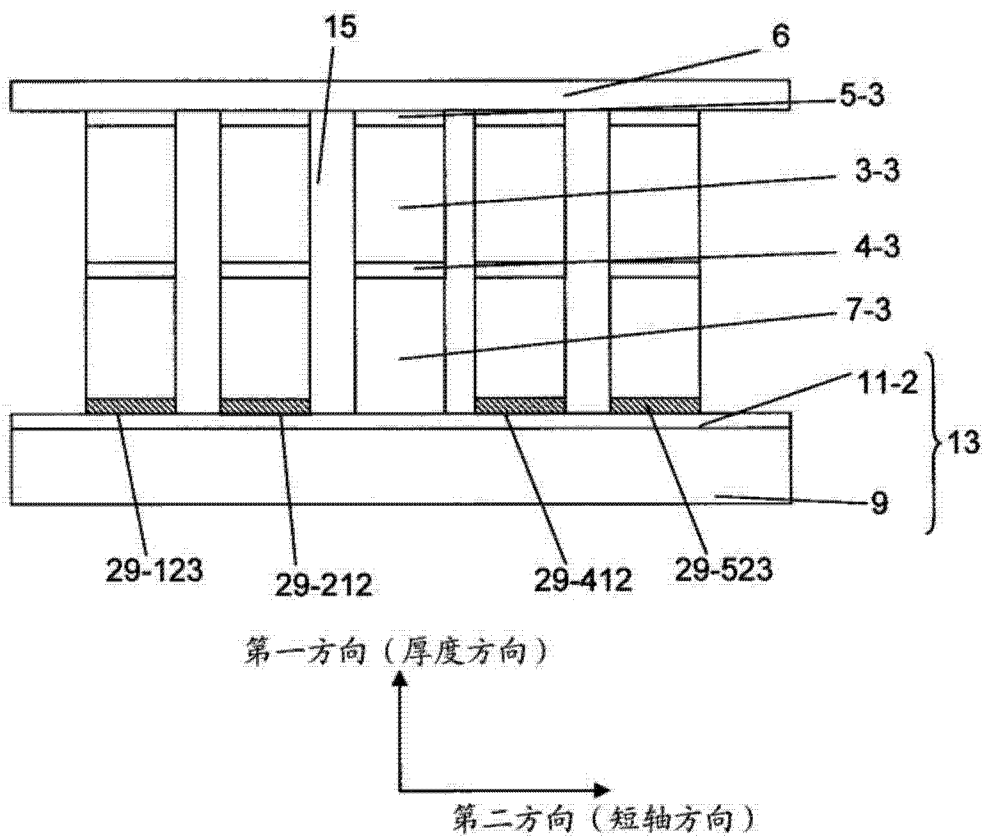


图 35

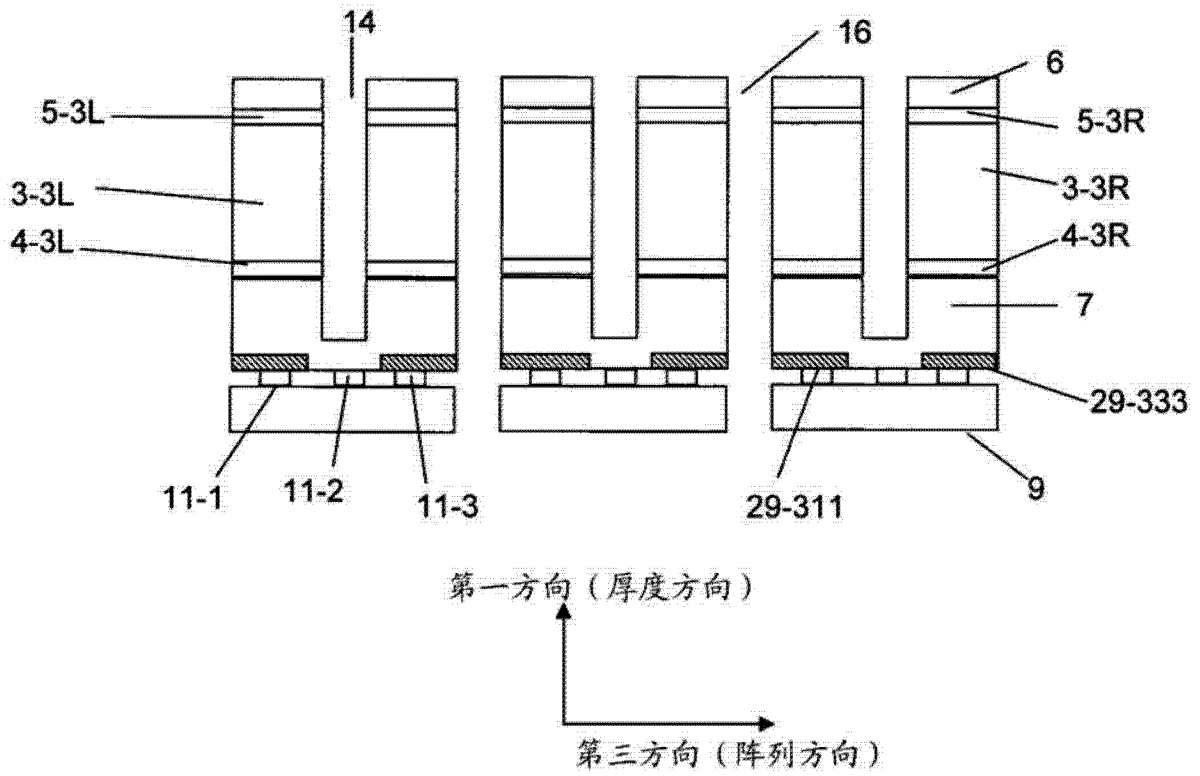


图 36

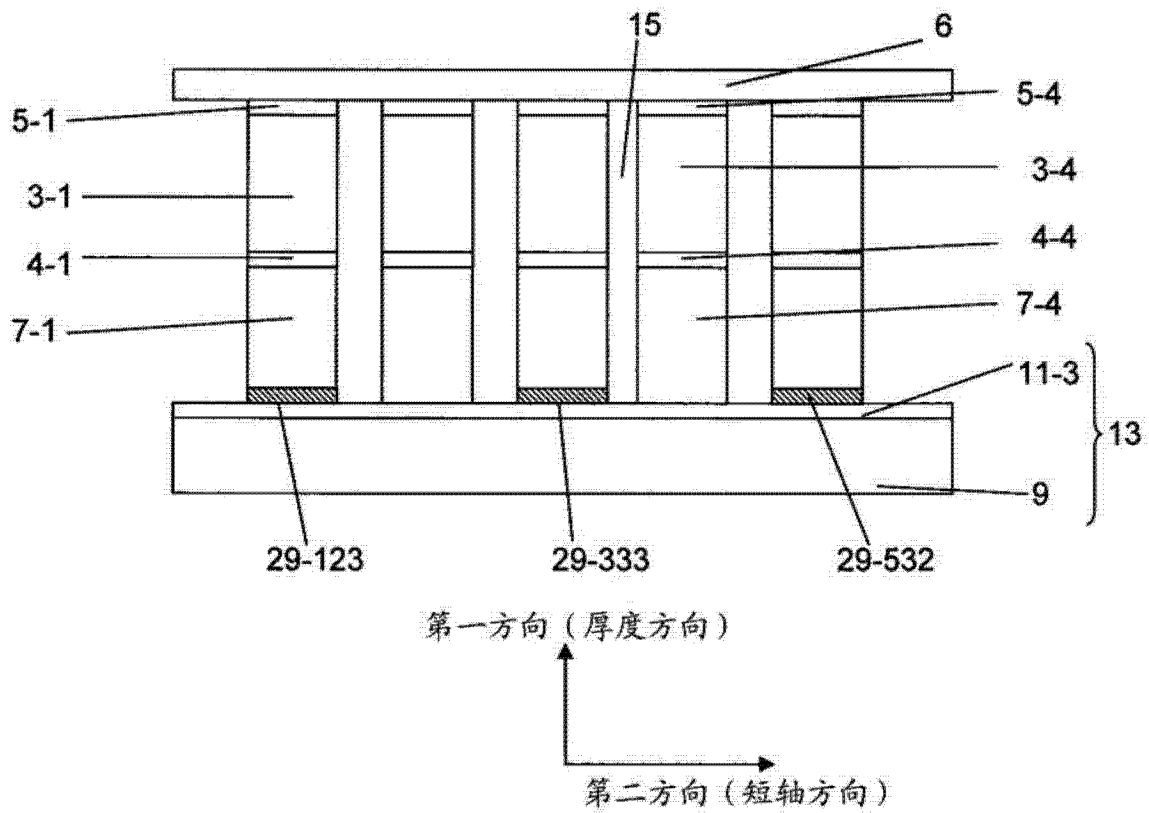


图 37

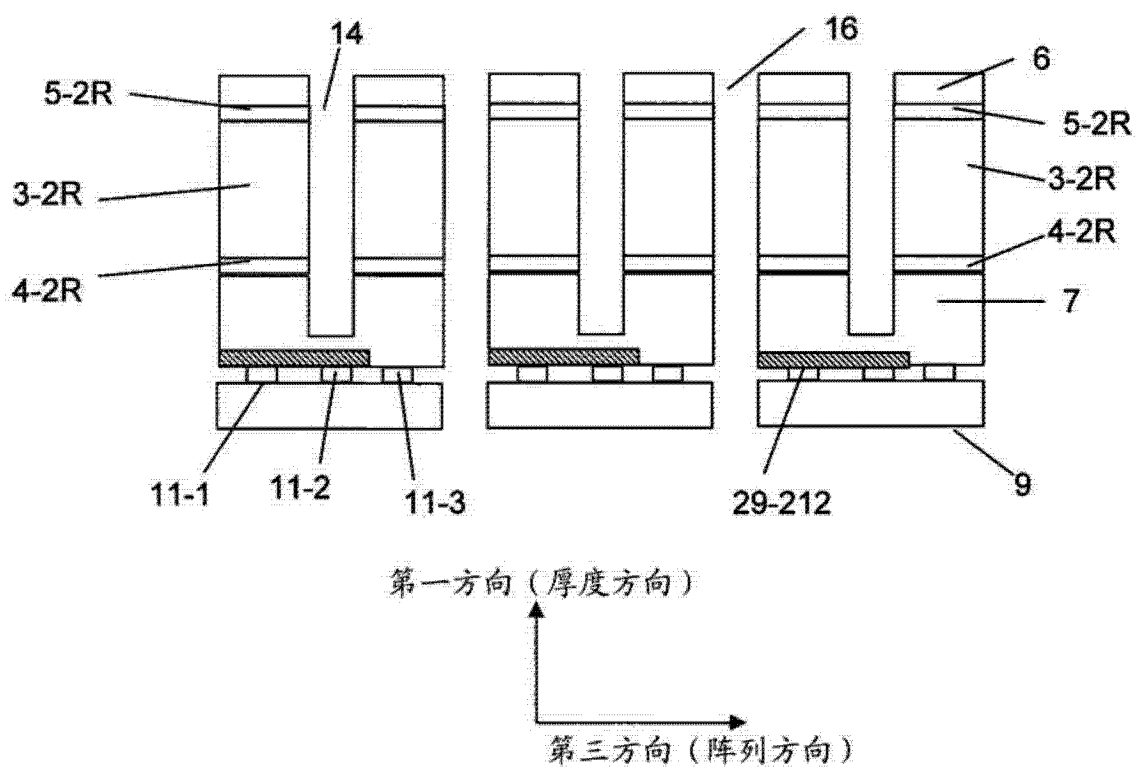


图 38

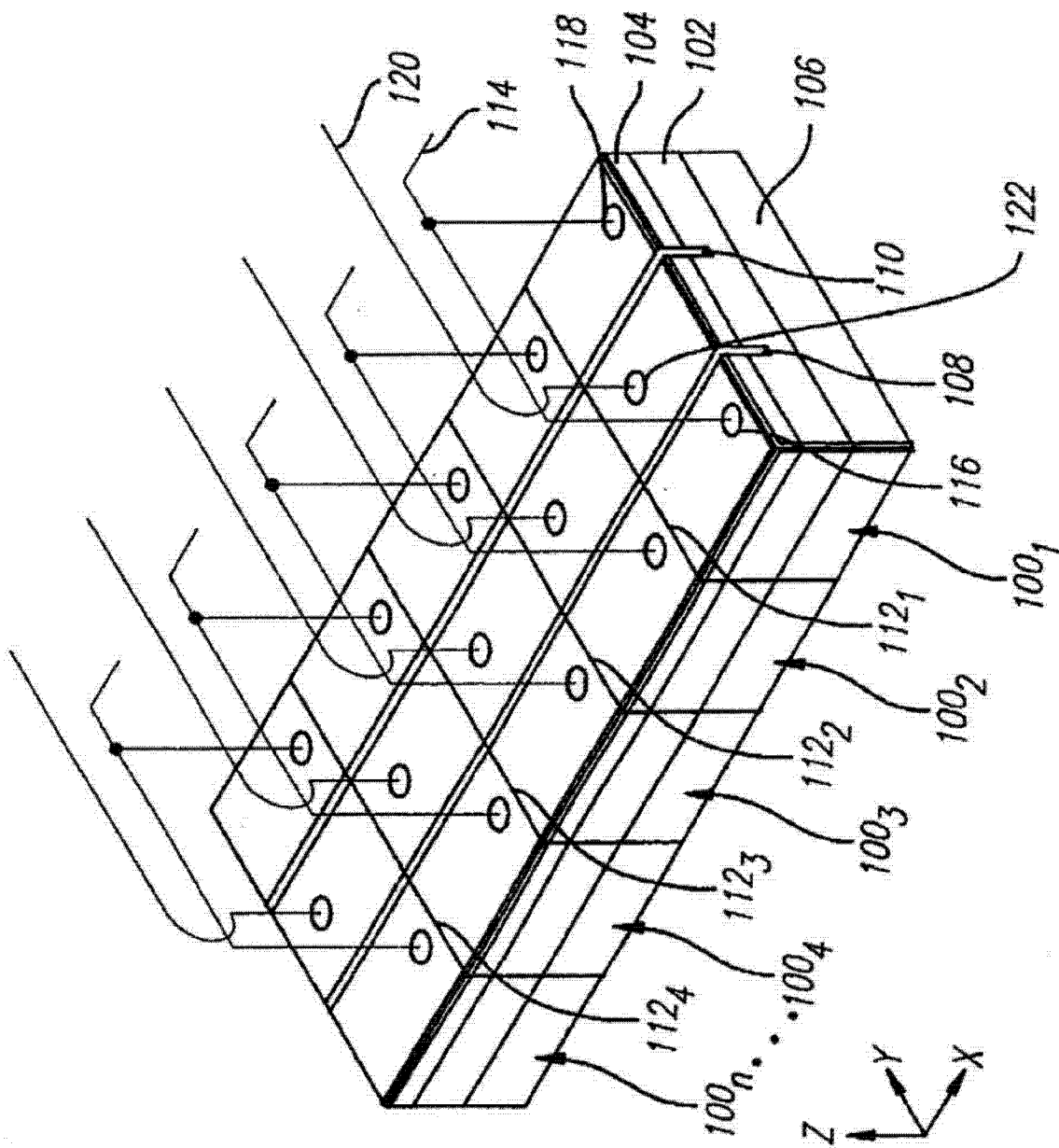


图 39

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	CN104337547A	公开(公告)日	2015-02-11
申请号	CN201410386518.3	申请日	2014-08-07
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达株式会社		
[标]发明人	小泽仁		
发明人	小泽仁		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/4444 B06B1/064 A61B8/4494 B06B1/0622		
优先权	2013164537 2013-08-07 JP		
其他公开文献	CN104337547B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种超声波探头，其不仅能够利用压电体的分割抑制宽度振动的干扰，并且能够高可靠性地对超声波束进行开口控制。超声波探头具有层积体，该层积体具有：在第一方向上具有规定厚度的压电体、在第一方向上隔着压电体彼此相对的第一电极及第二电极、与第二电极电连接且设置在第二电极的与压电体相反一侧的中间层、隔着中间层与第二电极相对且在与第一方向正交的第二方向上延伸的第三电极。第一电极和第二电极分别在第二方向上隔着规定间隔排列有多个。层积体在与第一方向和第二方向分别正交的第三方向上排列有多个。在层积体上形成有第一沟槽，该第一沟槽贯通第一电极、压电体及第二电极形成至中间层的一部分且在第一方向上延伸。

