(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101013844 B
(45)授权公告日 2010.09.29

(21)申请号 200710006150.3
(22)申请日 2007.01.31
(30)优先权数据
2006-024568 2006.02.01 JP
(73)专利权人 索尼株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 大石忠宏 田中敬太 安藤正树 田中和洋
(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
代理人 余刚 李丙林
(51)Int.Cl.
H02K 44/02(2006.01)
(56)对比文件
JP 平9-311643 A,1997.12.02, 全文.
CN 2139271 Y,1993.07.28, 全文.
JP 2000-356708 A,2000.12.26, 全文.
JP 2004-336898 A,2004.11.25, 全文.

审查员 赵尤斌

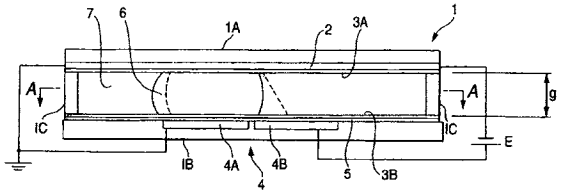
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 19 页

(54)发明名称

液体运动设备

(57)摘要

披露一种液体运动设备。液体运动设备包括：具有通过相互面对的第一和第二端壁以及连接第一和第二端壁的侧壁封闭的保持腔室的容器；在保持腔室内填充的极化或传导第一液体；在保持腔室内填充并防止与第一液体混合的第二液体；用于将电场施加在第一液体上的第一和第二电极；以及用于在第一电极和第二电极之间施加电压的电压施加装置。



CN 101013844 B

1. 一种液体运动设备，包括：

具有通过相互面对的第一和第二端壁以及连接第一和第二端壁的侧壁封闭的保持腔室的容器；

在保持腔室内填充的极化或传导的第一液体；

在保持腔室内填充并防止与第一液体混合的第二液体；

用于将电场施加在第一液体上的第一和第二电极；以及

用于在第一电极和第二电极之间施加电压的电压施加装置；

其中第一和第二电极沿着虚轴放置，虚轴在与第一和第二端壁相互面对的方向垂直的方向、即垂直于容器的厚度方向的方向上延伸，

将通过电压施加装置施加电压的位置改变到第一和第二电极延伸方向上使得第一液体接触第一和第二端壁两者，并且沿着虚轴运动通过第二液体包围的整个第一液体，以及

第二电极设置在面向保持腔室的第一端壁的内表面以及第二端壁的内表面上，并且包括位于虚轴延伸方向上的多个第二电极主体。

2. 如权利要求 1 所述的液体运动设备，其特征在于，第一端壁的内表面以及第二端壁的内表面上的多个第二电极主体形成有在容器厚度方向上观看相互配合的边缘。

3. 如权利要求 1 所述的液体运动设备，其特征在于，第一电极沿着虚轴线性延伸。

4. 如权利要求 1 所述的液体运动设备，其特征在于，第一电极设置在第二端壁的内表面上，并沿着虚轴线性延伸。

5. 如权利要求 1 所述的液体运动设备，其特征在于，第一电极设置在第二端壁的内表面上，并包括在虚轴延伸方向上隔开的多个第一电极主体，所述多个第一电极主体通过沿所述虚轴延伸的公共配线区段而公共连接。

6. 如权利要求 1 所述的液体运动设备，其特征在于，第一电极在保持腔室内沿着虚轴延伸。

7. 如权利要求 6 所述的液体运动设备，其特征在于，第一电极在保持腔室内放置在垂直于所述容器的所述虚轴的宽度方向上靠近所述第一端壁的一侧的位置上，并且沿着所述虚轴延伸。

8. 如权利要求 1 所述的液体运动设备，其特征在于，相邻第二电极主体设置相关的凹口和突出部，所述凹口或所述突出部在第二电极主体相互靠近的位置上并在垂直于虚轴延伸方向的方向上延伸。

9. 如权利要求 1 所述的液体运动设备，其特征在于，

第二电极主体包括多个电极主体，电极主体在垂直于虚轴延伸方向的宽度方向上具有至少三个区段；以及

在这些区段中在垂直于所述虚轴的所述宽度方向上位于两侧的区段放置在可以与第一液体在所述宽度方向上的两侧接触的位置上。

液体运动设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液体运动设备。

背景技术

[0002] 已经提出的光学元件根据经由电场施加到极化或传导液体上而造成的电毛细管现象（湿润现象）通过改变液体的传导性或形式来改变液体的光学性能。

[0003] 已经提出的液体运动装置通过将电场施加到极化或传导液体上而在所需方向上运动液体本身（参考 JP-A-2004-336898（专利文件 1））。

[0004] 液体运动装置包括与液体（或液滴）接触的第一电极、经由绝缘层设置到液体上并在预定方向上对准的多个第二电极以及用于控制施加在第一电极和每个第二电极之间的每个电压的控制装置。在这种情况下，通过控制装置改变第二电极中施加电压的位置，绝缘层上的液体在预定方向上运动。

发明内容

[0005] 需要增加液体运动的速度以便改善包括位于成像设备的拍摄光学系统的光轴上的液体运动装置的快门的响应性能，其中液体在垂直于光轴的方向上运动。

[0006] 但是，过去的技术限制了施加在液体上电场强度的增加，还限制了液体运动速度的增加。

[0007] 因此，希望提出一种液体运动设备，该设备有利于增加液体运动的速度。

[0008] 按照本发明的实施例，提供一种液体运动设备，该设备包括具有通过相互面对的第一和第二端壁以及连接第一和第二端壁的侧壁封闭的保持腔室的容器、在保持腔室内填充的极化或传导第一液体、在保持腔室内填充并防止与第一液体混合的第二液体、用于将电场施加在第一液体上的第一和第二电极以及用于在第一电极和第二电极之间施加电压的电压施加装置，其中第一和第二电极沿着在第一和第二端壁相互面对并作为垂直于容器的厚度方向的方向的方向上延伸的虚轴放置，将通过电压施加装置施加电压的位置改变到第一和第二电极延伸方向上使得第一液体接触第一和第二端壁两者，并且沿着虚轴运动通过第二液体包围的整个第一液体，并且第二电极设置在面向保持腔室的第一端壁的内表面以及第二端壁的内表面上，并且包括位于虚轴延伸方向上的多个第二电极主体。

[0009] 在按照本发明实施例的液体运动设备中，第一液体面向第一和第二端壁上的两个第二电极主体。因此，通过施加在第一电极和第二电极之间的电压产生的电场可施加在第一液体的较宽区域上。因此，较大的力施加在第一液体上，这有利于增加第一液体的运动速度。

附图说明

[0010] 图 1A 是描述液体运动原理的截面图，并且图 1B 是由图 1A 的线 A-A 截取的截面图；

[0011] 图 2A 是表示液体运动设备 10 的构造的纵向截面图，并且图 2B 是由图 2A 的线 A-A 截取的截面图；

[0012] 图 3A 是根据箭头 C 的视图；并且图 3B 是由图 2A 的线 D-D 截取的截面图；

[0013] 图 4A 是液体运动设备 10 的截面图，并且图 4B 是由线 D-D 截取的截面图；

[0014] 图 5 是表示其中适用于成像设备的拍摄光学系统的液体运动设备 10 的实例的构造图；

[0015] 图 6A 是按照第二实施例的液体运动设备 10 的构造的纵向截面图，并且图 6B 是由图 6A 的线 A-A 截取的截面图；

[0016] 图 7A 是根据图 6A 箭头 C 的视图，并且图 7B 是由图 6A 的线 D-D 截取的截面图；

[0017] 图 8 是表示按照第三实施例的液体运动设备 10 的第一端壁 24 的内表面上的第二电极 20 的形式的平面图；

[0018] 图 9 是表示第二端壁 26 的内表面上的第一和第二电极 18 和 20 的形式的平面图；

[0019] 图 10 是表示按照第四实施例的液体运动设备 10 的第一端壁 24 的内表面上的第二电极 20 的形式的平面图；

[0020] 图 11 是表示第二端壁 26 的内表面上的第一和第二电极 18 和 20 的形式的平面图；

[0021] 图 12 是说明液体运动设备 10 的操作的示意图；

[0022] 图 13 是说明液体运动设备 10 的操作的示意图；

[0023] 图 14 是说明液体运动设备 10 的操作的示意图；

[0024] 图 15 是表示按照第五实施例的液体运动设备 10 的构造的示意图；

[0025] 图 16 是表示按照第六实施例的液体运动设备 10 的构造的示意图；

[0026] 图 17 是表示按照第七实施例的液体运动设备 10 的第二端壁 26 的内表面上的第一和第二电极 18 和 20 的形式的平面图；

[0027] 图 18A 是按照第七实施例在液体运动设备 10 用作光圈的情况下表示原理的视图，并且图 18B 是图 18A 的截面图。

具体实施方式

[0028] 将首先描述通过电场进行液体运动的操作原理。

[0029] 图 1A 是描述液体运动原理的截面图，并且图 1B 是由图 1A 的线 A-A 截取的截面图。

[0030] 如图 1A 和 1B 所示，保持腔室 1 通过相互面对并且其中具有空间 g 的第一和第二端壁 1A 和 1B 以及连接第一和第二端壁 1A 和 1B 侧壁 1C 紧密封闭。

[0031] 第一电极 2 设置在第一端壁 1A 的整个内表面上，并且第一电极 2 面对保持腔室 1 的表面通过排水薄膜 3A 覆盖。

[0032] 第二电极 4 设置在第二端壁 11B 的内表面上，并且第二电极 4 包括沿着在垂直于第一和第二端壁 1A 和 1B 相互面对的方向的方向上延伸的虚轴 L 对准的两个电极主体 4A 和 4B。

[0033] 两个电极主体 4A 和 4B 的表面和第二端壁 1B 的内表面的整个区域通过绝缘薄膜 5 覆盖，并且绝缘薄膜 5 面对保持腔室 1 的表面的整个区域通过排水薄膜 3B 覆盖。

[0034] 极化和传导第一液体 6 定位在绝缘薄膜 5 的表面上。第一电极 2 经由排水薄膜 3A

面向第一液体 6，并且第二电极 4 经由绝缘薄膜 5 和排水薄膜 3B 面向第一液体 6。

[0035] 保持腔室 1 填充围绕第一液体 6 的第二液体 7。第二液体 7 不与第一液体混合。

[0036] 第一电极 2 和第二电极 4 的两个电极主体 4A 和 4B 最初接地，并且在该状态下的第一液体 6 横过一个电极主体 4A 的整个区域以及靠近另一电极主体 4B 靠近电极主体 4A 的部分定位。

[0037] 在这种状态下，由于表面张力，第一液体 6 在平面状态下具有如图 1A 和 1B 实线所示的圆形形式。

[0038] 这里在电压 E 施加的另一电极主体 4B 上时，绝缘薄膜 5 面向第一液体 6 的位置正性充电。因此，电场（静电力）施加在第一液体 6 面向绝缘薄膜 5 的位置上，并且负电荷（即第一液体 6 的分子）拉到第一液体 6 面向绝缘薄膜 5 的位置上。

[0039] 接着，第一液体 6 改变形式并且如图 1A 和 1B 虚线所示朝着电极主体 4B 拉动。在结束时，通过第二液体 7 围绕的所有第一液体 6 在虚轴 L 的延伸方向上从所述一个电极主体 4A 运动到所述另一电极主体 4B。

[0040] 排水薄膜 3A 和 3B 用来在第一液体 6 在第一和第二电极 2 和 4 上运动时减小液体 6 和第一和第二端壁 1A 和 1B 之间的造成的阻力，使得第一液体 6 可容易运动。

[0041] 以此方式，第一液体 6 经由第一和第二电极 2 和 4 通过将电场施加在极化或传导第一液体 6 上来运动。

[0042] （第一实施例）

[0043] 接着，将描述此实施例的液体运动设备 10。

[0044] 按照此实施例，液体运动设备 10 用作快门。

[0045] 图 2A 是表示液体运动设备 10 的构造的纵向截面图，并且图 2B 是由线 A-A 截取的截面图。

[0046] 图 3A 是根据图 2A 的箭头 C 的视图；并且图 3B 是由图 2A 的线 D-D 截取的截面图。

[0047] 如图 2A 和 2B 所示，液体运动设备 10 包括容器 12、第一液体 14、第二液体 16、第一电极 18、第二电极 20 和电压施加区段 22。容器 12 具有相互面对并平行延伸的第一和第二端壁 24 和 26、连接第一和第二端壁 24 和 26 的侧壁 28 以及通过第一和第二端壁 24 和 26 以及侧壁 28 紧密封闭的保持腔室 30。

[0048] 表达方式“容器 12 的厚度方向”指的是第一端壁 24 和第二端壁 26 相互面对的方向。

[0049] 按照此实施例，第一和第二端壁 24 和 26 具有相同尺寸的相同的矩形板形式。侧壁 28 具有沿着第一和第二端壁 24 和 26 的边缘的矩形框架形式。保持腔室 30 的区段具有矩形扁平柱状形式。

[0050] 第一和第二端壁 24 和 26 以及侧壁 28 包括绝缘材料，并且第一和第二端壁 24 和 26 包括使得光穿透的透明材料。

[0051] 第一和第二端壁 24 和 26 可包括透明和绝缘合成树脂材料或透明玻璃材料。

[0052] 第一液体 14 是极化或传导的，并且填充在保持腔室 30 内。第二液体 16 不与第一液体 14 混合，并且填充在保持腔室 30 内。

[0053] 第一液体 14 和第二液体 16 具有大致相同的比重，并且第一液体 14 的透射率小于第二液体 16 的透射率。

[0054] 按照此实施例第一液体 14 通过混合含有不使得光穿过到含有纯水、乙醇和乙二醇的液体内的材料的颗粒来形成。

[0055] 颗粒可以是碳黑。如果使用碳黑，在碳黑表面上进行亲水涂覆处理，使得碳黑可均匀混合到第一液体 14 内。亲水涂覆处理可例如通过在碳黑表面上形成亲水组来进行。

[0056] 按照此实施例，第二液体 16 包括透明硅油。

[0057] 使用例如第二液体 16 中所含硅油的具有低粘度的液体可减小第一和第二液体 14 和 16 之间粘性阻力，并缓解第一液体 14 和第一和第二端壁 24 和 26 之间的摩擦，这有利于通过增加第一液体 14 的运动速度来改善响应性能。

[0058] 可用作第一液体 14 的液体不局限于第一实施例中所述的液体，而可以例如是硝基甲烷、醋酸酐、乙酸甲酯、乙酸乙酯、甲醇、乙腈、丙酮、乙醇、丙腈、tetrohydrofuran、n- 己烷、2- 丙醇、2- 丁酮、n- 丁腈、1- 丙醇、1- 丁醇、二甲亚砜、氯苯、乙烯乙二醇、甲酰胺、硝基苯、碳酸丙烯、1，2- 二氯乙烷、碳酸盐二硫化物、氯仿、溴苯、四氯化碳、三氯醋酸酐、甲苯、苯、乙二胺、N，N- 二甲基乙酰胺、N，N- 二甲基甲酰胺、磷酸三丁酯、吡啶、苯基氰、苯胺、1，4- 二氧己环或者六甲基磷酰胺。

[0059] 适用于第二液体 16 的液体可以例如是硅、癸烷基、辛烷基、壬烷基或庚烷基。

[0060] 每种第一液体 14 和第二液体 16 可以是单种液体或者多种液体的混合物。换言之，第一液体 14 和第二液体 16 可以只需要具有大致相同的比重。

[0061] 第一和第二电极 18 和 20 用来将电场施加到第一液体 14 上。

[0062] 第一和第二电极 18 和 20 沿着在垂直于容器 12 的厚度方向（即第一和第二端壁 24 和 26 相互面对的方向）的方向上延伸的虚轴 L 放置。按照此实施例，虚轴 L 延伸的方向平行于容器 12 的长边的方向。

[0063] 如图 2B 和 3B 所示，按照此实施例，第一电极 18 在第二端壁 26（第二端壁 26 面对保持腔室 30 的内表面）上沿着虚轴 L 线性（直线）延伸。

[0064] 第一电极 18 在垂直于第二端壁 26 的虚轴 L 的宽度方向上放置在中心线上。

[0065] 第二电极 20 设置在面对保持腔室 30 的第一端壁 24 的内表面和第二端壁 26 的内表面两者上。如图 2A 和图 3A 和 3B 所示，第二电极 20 在虚轴 L 延伸方向上包括多个第二电极主体 32。

[0066] 如图 3A 所示，按照此实施例，第一端壁 24 的内表面上的第二电极主体 32 具有相同尺寸的相同矩形形式，并且沿着虚轴 L 等距离隔开。

[0067] 如图 3B 所示，第二端壁 26 的内表面上的第二电极主体 32 具有相同尺寸的相同矩形形式，并且在穿过第一电极 18 的宽度方向上的两侧分开。

[0068] 如图 2A 所示，相互面对的第一端壁 24 上的第二电极主体 32 以及第二端壁 26 上的第二电极主体 32 定位成在容器 12 的厚度方向上观看时在边缘处相互配合。

[0069] 在图 3A 和 3B 中，参考标号 3203 表示从第二电极主体 32 延伸的配线区段。

[0070] 第一和第二电极 18 和 20 可包括使得光透过的例如 I TO 薄膜（氧化铟锡薄膜）的传导材料。

[0071] 如图 2A 和 2B 所示，电压施加区段 22 设置在容器 12 的外侧，并且包括经由配线区段 3202 电连接到第一电极 18 上的接地端子 2202 以及电连接到第二电极主体 32 上的多个电压输出端子 2204。

[0072] 电压施加区段 22 构造成能够经由电压输出端子 2204 将电压 E 有选择地施加到每个第二电极主体 32，并且将施加电压的位置改变到第一和第二电极 18 和 20 的延伸方向上。

[0073] 如图 2A 和 2B 所示，绝缘薄膜 34 设置在面向保持腔室 30 的第一端壁 24 的内表面以及该内表面上的第二电极主体 32 上。

[0074] 绝缘薄膜 34 只设置在面向保持腔室 30 的第二端壁 26 的内表面上的第二主体 32 上。

[0075] 因此，电压施加在第一电极 18 和第二电极 20 的第二电极主体 32 之间，由此绝缘薄膜 34 的表面可例如正性充电。因此，电场施加在第一液体 14 上，并且电场（静电力）作用在第一液体 14 的分子上。因此，第一液体 14 运动。

[0076] 按照此实施例，使得光透过的透明排水薄膜 36 覆盖第一端壁 24 的内表面上的绝缘薄膜 34 的整个区域。

[0077] 使得光透过的透明排水薄膜 36 覆盖第二端壁 26 的内表面上的绝缘薄膜 34 的整个区域以及第一电极 18 的整个区域。

[0078] 排水薄膜 36 覆盖侧壁 28 的内表面。

[0079] 排水薄膜 36 构造成使得与第二液体 16 的湿润性能可以高于第一液体 14 的湿润性能。换言之，第二液体 16 与排水薄膜 36 的接触角度构造成小于第一液体与排水薄膜 36 的接触角度。

[0080] 在第一液体 14 在第一和第二电极 18 和 20 上运动时，排水薄膜 36 减小第一液体 14 以及第一和第二端壁 24 和 26 之间造成的阻力，使得第一液体 14 可容易运动。

[0081] 排水薄膜 36 是亲水薄膜，并且可以通过燃烧主要含有硅的材料来形成，或者通过形成含有无定形氟塑料的材料来形成。过去多种公知的材料可用于排水薄膜 36。

[0082] 接着将描述液体运动设备的操作。

[0083] 图 4A 是液体运动设备 10 的截面图，并且图 4B 是由线 D-D 截取的截面图。

[0084] 为了方便描述，将参考标号 32-1、32-2、32-3 以及 32-4 在虚轴 L 的延伸方向上从一侧到另一侧顺序给予第二电极主体 32。

[0085] 假设第一液体 14 在延伸方向上靠近虚轴 L 的一侧最初定位在第一和第二端壁 24 和 26 的两个第二电极主体 32-1 之间的位置上。

[0086] 在这种状态下，电压施加区段 22 将电压 E 施加在延伸方向上最靠近虚轴 L 的第二电极主体 32-1 上，并且将接地电位施加在其它第二电极主体 32-2 到 32-4 上。

[0087] 那么，通过施加在第一电极 18 和第二电极主体 32-1 上的电压 E 产生的电场作用在面向第二电极主体 32-1 的第一液体 14 上，由此第一液体 14 不运动，并且可保持原位。因此，第一液体 14 的大部分面向第二电极主体 32-1，并且第一液体的一部分面向相邻的电极主体 32-2。

[0088] 接着，在电压施加区段 22 将电压 E 施加在靠近第二电极主体 32-1 的第二电极主体 32-2 上，并且将接地电位施加在其它第二电极主体 32-1、32-3、32-4 上，即在施加电压的位置改变到第一和第二电极 18 和 20 延伸方向上时，通过施加在第一电极 18 和第二电极主体 32-2 上的电压 E 产生的电场作用在位于面向第二电极主体 32-2 的位置上的第一液体 14 上。因此，通过第二液体 16 包围的整个第一液体 14 朝着延伸方向上的另一虚轴 L 运动。因此，第一液体 14 的大部分面向第二电极主体 32-2，并且第一液体的一部分面向相邻的第二

电极主体 32-1、32-3。

[0089] 接着，在电压施加区段 22 将电压 E 施加在靠近第二电极主体 32-2 的第二电极主体 32-3 上，并且将接地电位施加在其它第二电极主体 32-1、32-2、32-4 上，即在施加电压的位置改变到第一和第二电极 18 和 20 延伸方向上时，通过施加在第一电极 18 和第二电极主体 32-3 上的电压 E 产生的电场作用在位于面向第二电极主体 32-3 的位置上的第一液体 14 上。因此，通过第二液体 16 包围的整个第一液体 14 朝着延伸方向上的另一虚轴 L 运动。因此，第一液体 14 的大部分面向第二电极主体 32-3，并且第一液体的一部分面向相邻的电极主体 32-2、32-4。

[0090] 接着，在电压施加区段 22 将电压 E 施加在靠近第二电极主体 32-3 的第二电极主体 32-4 上，并且将接地电位施加在其它第二电极主体 32-1、32-2、32-3 上，即在施加电压的位置改变到第一和第二电极 18 和 20 延伸方向上时，通过施加在第一电极 18 和第二电极主体 32-3 上的电压 E 产生的电场作用在位于面向第二电极主体 32-4 的位置上的第一液体 14 上。因此，通过第二液体 16 包围的整个第一液体 14 朝着延伸方向上的另一虚轴 L 运动。因此，第一液体 14 的大部分面向第二电极主体 32-4，并且第一液体的一部分面向相邻的电极主体 32-4。

[0091] 如上所述，将通过电压施加区段 22 施加电压的位置改变到第一和第二电极电极 18 和 20 延伸的方向上，使得与第一和第二端壁 24 和 26 接触并通过第二液体 16 包围的整个第一液体 14 沿着虚轴 L 运动。

[0092] 为了颠倒第一液体 14 的运动方向，可以颠倒通过电压施加区段 22 施加电压的位置改变的方向。

[0093] 液体运动设备 10 适用于例如数字静态照相机或摄像机的成像设备的拍摄光学系统。

[0094] 图 5 是表示其中适用于成像设备的拍摄光学系统的液体运动设备 10 的实例的构造图。

[0095] 如图 5 所示，成像设备 100 包括对物品图像成像的例如 CCD 的成像元件 102 以及将物品图像传递到成像元件 102 上的拍摄光学系统 104。

[0096] 拍摄光学系统 104 在光轴 G 上从物品到拍摄元件 102 顺序具有第一透镜组 106、第二透镜组 108、第三透镜组 110、第四透镜组 112 和过滤器组 114。

[0097] 在此实例中，第一透镜组 106 和第三透镜组 110 不在光轴方向上运动，并且第二透镜组 108 作为变焦透镜在光轴的方向上运动。第四透镜组 112 作为变焦透镜在光轴的方向上运动。

[0098] 通过第一透镜组 106 传导的来自于物品的光通量通过第二透镜组 108 变成平行光通量，通过第三透镜组 110 传导，并经由第四透镜组 112 和过滤器组 114 到达成像元件 102 的成像平面 102。

[0099] 液体运动设备 10 放置在过滤器组 114 和成像元件 102 之间，并且第一液体 14 运动，其中虚轴 L 平行于垂直于拍摄光学系统 104 的光轴 G 的平面。因此，第一液体 14 可中断传导到成像元件 102 的光通量。

[0100] 因此，在液体运动设备 10 中，在光通量通过第一液体 14 的运动中断时，可以控制辐射到成像平面 102A 的时间（即成像元件 102 的曝光时间）。

[0101] 孔径时间可通过在虚轴 L 的延伸方向上前后运动第一液体 14 来控制。

[0102] 如上所述，按照此实施例，第二电极 20 设置在第一端壁 24 的内表面和第二端壁 26 的内表面两者上，并包括位于虚轴 L 的延伸方向上的多个第二电极主体 32。第一液体 14 总是面向第一和第二端壁 24 和 26 的两个第二电极主体 32。因此，通过施加在第一电极 18 和第二电极 20 之间的电压产生的电场作用在第一液体 14 的较宽区域上。因此，作用在第一液体 14 上的力可以增加，这有利于增加第一液体 14 的运动速度。

[0103] 更详细来说，在电压施加在第二电极 20 上时将第一液体 14 抽吸到第二电极 20 上的力通过电能梯度（电位）来产生。

[0104] 过去的液体运动设备只具有位于与第一液体 14 接触的表面之一上的绝缘薄膜。

[0105] 因此，由绝缘薄膜 34 内积累电能产生的力是本发明实施例其绝缘薄膜位于接触第一液体 14 的两个表面上的情况的 1/2。

[0106] 通过电能梯度对第一液体 14 产生的力如下表示：

[0107] $Fw = \varepsilon 0 \varepsilon r V2W \perp / t \qquad (1)$

[0108] $Fs = (1/2) \varepsilon 0 \varepsilon r V2W \perp / t = Fw/2 \qquad (2)$

[0109] 其中等式 (1) 表示在此实施例中第二电极 20 设置在两个表面上是的力 Fw，并且等式 (2) 表示在现已技术中第二电极只设置在一个表面上的力 Fs。

[0110] 在等式中，Fw 和 Fs 是第一液体 14 接收的力 (N)。V 是施加电压 (V)。ε 0 是真空下的介电常数 8.85×10-12(F/m)。ε r 是绝缘薄膜 34 的特定介电常数。W⊥是第一液体 14 在垂直于虚轴 L 的宽度方向上在第二电极主体 32 上所占据的电极宽度 (m)（第二电极 20 在垂直于第一液体 14 的运动方向的方向上的宽度）。T 是绝缘薄膜 34 的厚度 (m)。

[0111] 换言之，按照此实施例，作用在第一液体 14 上的力是过去液体运动设备的两倍，这有利于增加第一液体 14 的运动速度。

[0112] 按照此实施例，线性形式的第一电极 18 可减小第一电极 18（接地电极）的区域尺寸，并且增加第二电极 20 的区域尺寸。因此，通过第二电极 20 的较大电能可在绝缘薄膜 34 中积累。换言之，通过施加在第一电极 18 和第二电极 20 之间的电压产生的电场可作用在第一液体 14 的较大区域上。因此，力可作用在第一液体 14 上，这有利于增加第一液体 14 的运动速度。

[0113] 已经描述的是按照此实施例四个第二电极主体 32 沿着虚轴 L 设置，在沿着虚轴 L 的第二电极主体 32 的数量增加时，第一液体 14 的接近距离增加。由于第一液体 14 的运动速度增加，第二电极主体 32 的数量增加有利于增加第一液体 14 的运动速度。

[0114] 在如现有技术所述设置一个第二电极时，作用在第一液体上的电场方向是一个。因此，在电场起作用以便运动第一液体时，第一液体的形式沿着第二电极膨胀。因此，第一液体的形式缺乏稳定性，这不利于通过快门内的第一液体可靠地中断光通量。

[0115] 另一方面，按照此实施例，第二电极 20 的第二电极主体 32 设置在第一端壁 24 的内表面和第二端壁 26 的内表面两者上。因此，两个方向上的电场从两个第二电极主体 32 作用到第一液体 14 上，并且第一液体 14 可以运动，其中保持第一液体 14 的形式的稳定性。因此，光通量可以在快门中可靠地中断，这有利于保持光学性能。

[0116] （第二实施例）

[0117] 下面将描述第二实施例。

[0118] 第二实施例是第一实施例的变型实例，并且不同于第一实施例之处在于第一电极 18 和第二电极 20 的形式。

[0119] 图 6A 是按照第二实施例的液体运动设备 10 的构造的纵向截面图，并且图 6B 是由图 6A 的线 A-A 截取的截面图。图 7A 是根据图 6A 箭头 C 的视图，并且图 7B 是由图 6A 的线 D-D 截取的截面图。在此实施例的描述中，相同的参考标号给予与第一实施例类似或相同的部件。

[0120] 如图 6A 和 6B 所示，类似于第一实施例，第一电极 18 和第二电极 20 在第一和第二端壁 24 和 26 相互面对的方向上沿着在垂直于容器 12 的厚度方向的方向上延伸的虚轴 L 放置。虚轴 L 的延伸方向和容器 12 的长边方向平行。

[0121] 按照第二实施例，第一电极 18 沿着虚轴 L 线性延伸，并且可以是例如金线的线性传导构件。

[0122] 按照此实施例，如图 6A 和 6B 所示，第一电极 18 在垂直于虚轴 L 的宽度方向上在靠近第一端壁 24 一侧的位置处沿着虚轴 L 延伸，如图 7B 所示，在作为第一和第二端壁 24 和 26 相互面对的方向的厚度方向上在容器 12 的中部。第一电极 18 与第一和第二端壁 24 和 26 的内表面隔开，并且与沿着虚轴 L 延伸的两个侧壁 28 的内表面隔开。

[0123] 注意到，如果第一电极 18 是例如金线的线性传导构件，光通过第一电极 18 中断。因此，第一电极 18 放置在离开拍摄光学系统的光学路径的位置上。

[0124] 第二电极 20 设置在面向保持腔室 30 的第一端壁 24 的内表面和第二端壁 26 的内表面两者上。如图 6A 以及 7A 和 7B 所示，第二电极 20 包括位于虚轴 L 延伸方向上的多个第二电极主体 32。

[0125] 按照第二实施例，如图 7A 所示，第一端壁的内表面上的第二电极主体 32 具有相同尺寸的相同矩形形式，并且沿着虚轴 L 等距离隔开。

[0126] 如图 7B 所示，第二端壁 26 的内表面上的第二电极主体 32 具有相同尺寸的相同矩形形式，并且沿着虚轴 L 等距离隔开。

[0127] 如图 6A 所示，相互面对的第一端壁 24 上的第二电极主体 32 以及第二端壁 26 上的第二电极主体 32 定位成在容器 12 的厚度方向上观看时在边缘处相互配合。

[0128] 类似于第一实施例，第一和第二电极 18 和 20 包括传导材料，这使得光透过。

[0129] 第一电极 18 连接到电压施加区段 22 的接地端子 2202 上，第二电极 20 的第二电极主体 32 经由配线区段 3202 连接到电压施加区段 22 的电压输出端子 2204 上。

[0130] 类似于第一实施例，电压施加区段 22 构造成能够经由电压输出端子 2204 将电压 E 有选择地施加到每个第二电极主体 32，并且将施加电压的位置改变到第一和第二电极 18 和 20 的延伸方向上。

[0131] 类似于第一实施例，绝缘薄膜 34 设置在面向保持腔室 30 的第一端壁 24 的内表面以及该内表面上的第二电极主体 32 上。

[0132] 绝缘薄膜 34 只设置在面向保持腔室 30 的第二端壁 26 的内表面上的第二主体 32 上。

[0133] 因此，电压施加在第一电极 18 和第二电极 20 的第二电极主体 32 之间，由此绝缘薄膜 34 的表面可例如正性充电。因此，电场施加在第一液体 14 上，并且电场（静电力）作用在第一液体 14 的分子上。因此，第一液体 14 运动。

[0134] 使得光透过的透明排水薄膜 36 覆盖第一端壁 24 的内表面上的绝缘薄膜 34 的整个区域。使得光透过的透明排水薄膜 36 覆盖第二端壁 26 的内表面上的绝缘薄膜 34 的整个区域。

[0135] 排水薄片 36 覆盖侧壁 28 的内表面。

[0136] 同样，按照第二实施例，类似于第一实施例，将通过电压施加区段 22 施加电压的位置改变到第一和第二电极电极 18 和 20 延伸的方向上，使得与第一和第二端壁 24 和 26 接触并通过第二液体 16 包围的整个第一液体 14 沿着虚轴 L 运动。

[0137] 因此，第二实施例还提供与第一实施例相同的效果。

[0138] 另外，按照第二实施例，第一电极 18 与第一和第二端壁 24 和 26 的内表面隔开，与第一实施例相比，这有利于提供第二电极主体 32 的较大区域。因此，通过施加在第一电极 18 和第二电极 20 之间的电压产生的电场作用在第一液体 14 上，这有利于增加第一液体 14 的运动速度。

[0139] （第三实施例）

[0140] 下面将描述第三实施例。

[0141] 第三实施例是第一实施例的变型实例，并且不同于第一实施例之处在于第一电极 18 和第二电极 20 的形式。

[0142] 图 8 是表示按照第三实施例的液体运动设备 10 的第一端壁 24 的内表面上的第二电极 20 的形式的平面图。图 9 是表示第二端壁 26 的内表面上的第一和第二电极 18 和 20 的形式的平面图。

[0143] 如图 8 和 9 所示，第二电极 20 设置在第一端壁 24 的内表面和第二端壁 26 的内表面两者上。第二电极 20 包括在虚轴 L 的延伸方向上的多个电极主体 32。

[0144] 第二电极主体 32 具有相同尺寸的相同形式，并且沿着虚轴 L 等距离隔开。凹口和突出部 3210 在第二电极主体 32 相互靠近的位置上并在垂直于虚轴 L 延伸方向的方向上延伸，并且相邻的第二电极主体 32 设置相互相关的凹口和突出部 3210。

[0145] 相互面对的第一端壁 24 上的第二电极主体 32 和第二端壁 26 上的第二电极主体 32 定位成在容器 12 的厚度方向上观看时在边缘处相互配合。

[0146] 如图 9 所示，第一电极 18 包括在第二端壁 26 上在虚轴 L 的延伸方向上隔开的多个第一电极主体 38。

[0147] 按照第三实施例，第一电极主体 38 通过沿着虚轴 L 延伸的公共配线区段 3810 公共连接。

[0148] 类似于第一实施例，第一和第二电极 18 和 20 包括使得光透过的传导材料。

[0149] 第一实施例 18 的第一电极主体 38 经由公共配线区段 3810 公共连接到电压施加区段 22 的接地端子 2202 上，并且第二电极 20 的第二电极主体 32 经由配线区段 3202 连接到电压施加区段 22 的电压输出端子 2204 上。

[0150] 类似于第一实施例，电压施加区段 22 构造成能够经由电压输出端子 2204 将电压 E 有选择地施加到每个第二电极主体 32，并且将施加电压的位置改变到第一和第二电极 18 和 20 的延伸方向上。

[0151] 类似于第一实施例，未示出的绝缘薄膜设置在面向保持腔室 30 的第一和第二端壁 24 和 26 的内表面以及内表面上的第二电极主体 32 上。

[0152] 没有绝缘薄膜设置在第二端壁 26 的内表面上第一电极主体 38 上。

[0153] 因此，电压施加在第一电极 18 和第二电极 20 的第二电极主体 32 之间，由此绝缘薄膜的表面可例如正性充电。因此，电场施加在第一液体 14 上，并且电场（静电力）作用在第一液体 14 的分子上。因此，第一液体 14 运动。

[0154] 类似于第一实施例，使得光透过的未示出的透明排水薄膜覆盖第一端壁 24 的内表面上的绝缘薄膜 34 的整个区域。

[0155] 使得光透过的透明排水薄膜覆盖第二端壁 26 的内表面上的绝缘薄膜的整个区域和第一电极 18 的整个区域。

[0156] 同样按照第三实施例，类似于第一实施例，将通过电压施加区段 22 施加电压的位置改变到第一和第二电极电极 18 和 20 延伸的方向上，使得与第一和第二端壁 24 和 26 接触并通过第二液体 16 包围的整个第一液体 14 沿着虚轴 L 运动。

[0157] 因此，第三实施例还提供与第一实施例相同的效果。

[0158] 为了造成电场作用在第一液体 14 上，在第一液体 14 的较大部分位于第二电极主体 32 之一处时，第一液体 14 在虚轴 L 方向上的部分需要面对相邻的电极主体 32。按照第一和第二实施例，由于每个第二电极主体 32 具有矩形形式，在虚轴 L 方向上的第二电极主体 32 之间的空间需要小于第一液体 14 的直径。

[0159] 另一方面，按照第三实施例，由于相邻第二电极主体 32 的凹口和突出部 3210 相互相关，在虚轴 L 方向上的第二电极主体 32 之间的空间可以等于或大于第一液体 14 的直径。在这种情况下，由于大部分第一液体 14 位于第二电极主体 32 之一处，虚轴 L 方向上的第一液体 14 的一部分可面对相邻的第二电极主体 32，这有利于增加第二电极主体 32 之间的空间。

[0160] （第四实施例）

[0161] 下面将描述第四实施例。

[0162] 第四实施例是第一实施例的变型实例，并且不同于第一实施例之处在于第二电极 20 的形式。

[0163] 图 10 是表示按照第四实施例的液体运动设备 10 的第一端壁 24 的内表面上的第二电极 20 的形式的平面图。图 11 是表示第二端壁 26 的内表面上的第一和第二电极 18 和 20 的形式的平面图。

[0164] 如图 10 和 11 所示，第二电极 20 设置在第一端壁 24 的内表面和第二端壁 26 的内表面两者上。第二电极 20 包括在虚轴 L 延伸方向上的多个第二电极主体 32。

[0165] 第二电极主体 32 具有相同尺寸的相同形式，并且沿着虚轴 L 等距离隔开。

[0166] 在垂直于虚轴 L 的宽度方向上第一液体 14 在第二电极主体 32 上占据的尺寸此后称为电极宽度 W ⊥。

[0167] 第二电极主体 32 包括在垂直于虚轴 L 的延伸方向上的宽度方向上具有至少三个区段的多个电极主体。按照第四实施例，每个第二电极主体 32 包括三个电极主体区段 4002、4004 和 4006。

[0168] 如图 10 和 11 所示，在多个电极主体区段 4002、4004 和 4006 中，垂直于虚轴 L 的宽度方向上的第一端壁 24 的两侧上的电极主体区段 4002、4004 和 4006 以及垂直于虚轴 L 的宽度方向上的第二端壁 26 的两侧上的电极主体区段 4002 和 4006 放置在可以接触第一

液体 14 的两侧的位置上。

[0169] 相互面对的第一端壁 24 上的第二电极主体 32 和第二端壁 26 上的第二电极主体 32 定位成在容器 12 的厚度方向上观看时在边缘处相互配合。

[0170] 相互面对的第一端壁 24 上的电极主体区段 4002、4004 和 4006 和第二端壁 26 上的电极主体区段 4002、4004 和 4006 定位成在容器 12 的厚度方向上观看时在边缘处相互配合。

[0171] 如图 11 所示，第一电极 18 在第二端壁 26（在第二端壁 26 面对保持腔室 30 的内表面上）上沿着虚轴 L 线性（直线）延伸。

[0172] 在第二端壁 26 上，如图 11 所示，一个电极主体区段 4002 以及两个电极主体区段 4004 和 4006 在穿过第一电极 18 的宽度方向上的一个和其它位置处隔开。

[0173] 在图 10 和 11 中，参考标号 4010 指的是从电极主体区段 4002、4004 和 4006 延伸的配线区段。

[0174] 第一电极 18 连接到电压施加区段 22 的接地端子 2202 上，并且第二电极主体 32 的电极区段 4002、4004 和 4006 经由配线区段 4010 连接到电压施加区段 22 上。

[0175] 按照此实施例，电压施加区段 22 构造成能够经由设置用于每个配线区段 4010 的开关 42 将电压 E 有选择地施加到每个电极主体区段 4002、4004 和 4006，并且通过有选择地接通和断开开关 42 将施加电压的位置改变到第一和第二电极 18 和 20 的延伸方向上。

[0176] 类似于第一实施例，第一和第二电极 18 和 20 包括使得光透过的传导材料。

[0177] 类似于第一实施例，未示出的绝缘薄膜设置在面向保持腔室 30 的第一和第二端壁 24 和 26 的内表面以及内表面上的第二电极主体 32 上。

[0178] 没有绝缘薄膜设置在第二端壁 26 的内表面上第一电极主体 38 上。

[0179] 因此，电压施加在第一电极 18 和第二电极 20 的第二电极主体 32 之间，由此绝缘薄膜的表面可例如正性充电。因此，电场施加在第一液体 14 上，并且电场（静电力）作用在第一液体 14 的分子上。因此，第一液体 14 运动。

[0180] 类似于第一实施例，使得光透过的未示出的透明排水薄膜覆盖第一端壁 24 的内表面上的绝缘薄膜 34 的整个区域。

[0181] 使得光透过的透明排水薄膜覆盖第二端壁 26 的内表面上的绝缘薄膜的整个区域和第一电极 18 的整个区域。

[0182] 接着，描述液体运动设备 10 的操作。

[0183] 图 12、13 和 14 是描述液体运动设备 10 的操作的说明视图。

[0184] 为了便于描述，在开关 42 中处于接通状态的开关 42 画上圆圈。

[0185] 下面将描述用于将电压 E 施加到第二端壁 26 上的电极主体区段 4002、4004 和 4006 上的操作，而用于将电压 E 施加到第一端壁 24 上的电极主体区段 4002、4004 和 4006 上的操作的描述将被省略，这是由于它们是相同的。

[0186] 最初，如图 11 所示，第一液体 14 在虚轴 L 的方向上定位在三个第二电极 20 的中央第二电极 20 上。

[0187] 在这种情况下，与中央电极主体区段 4004 相对应的开关 42 只在定位有第一液体 14 的第二电极 20 内接通，并且电压 E 施加在电极主体区段 4004 上。因此，电极主体区段 4004 和第一电极 18 之间产生的电场作用在第一液体 14 上。因此，第一液体 14 具有圆形形

式，并在中央第二电极 20 上保持原位。

[0188] 接着，如图 12 所示，除了与电极主体区段 4004 相对应的开关 42，与电极主体区段 4004 两侧上的电极主体区段 4002 和 4006 相对应的两个开关 42 接通。

[0189] 因此，电压 E 施加到所有的三个电极主体 4002、4004 和 4006 上。因此，电极主体区段 4004 和第一电极 18 之间产生的电场以及电极主体区段 4002 和 4006 以及第一电极 18 之间产生的电场作用在第一液体 14 上。因此，力在垂直于虚轴 L 的方向上施加在第一液体 14 上。因此，第一液体 14 的形式从圆形形式改变成在垂直于虚轴 L 的方向上延伸的椭圆形形式。

[0190] 接着，如图 13 所示，在所有的开关 42 与中央第二电极 20 的三个电极主体区段 4002、4004 和 4006 相对应时，与相邻第二电极 20 的电极主体区段 4002、4004、4006 相对应的所有开关 42 接通。

[0191] 接着，电压 E 施加在相邻第二电极 20 的所有三个电极主体区段 4002、4004、4006 上，由此三个电极主体区段 4002、4004、4006 和第一电极 18 之间电场作用其上。因此，力在垂直于虚轴 L 的方向上施加在第一液体 14 上。因此，垂直于虚轴 L 的方向延伸的椭圆形形式的第一液体 14 从中央第二电极 20 运动到相邻的第二电极 20。

[0192] 接着，如图 14 所示，在与相邻第二电极 20 的电极主体 4002、4004 和 4006 相对应的开关 42 中，只有与电极主体区段 4004 相对应的开关 42 接通，并且与其它两个电极主体区段 4002 和 4006 相对应的开关 42 断开。

[0193] 因此，电压 E 施加在电极主体 4004 上，由此只有电极主体区段 4004 和第一电极 18 之间产生的电场作用在第一液体 14 上。因此，第一液体 14 的形式从椭圆形形式改变成圆形形式，并且第一液体 14 保持在相邻第二电极 20 上的一个位置上。

[0194] 除了第四实施例明显地提供与第一实施例相同的效果之外，其中在第一电极 14 从一个第二电极 20 运动到相邻的第二电极 20 时，通过将电压 E 施加在第二电极 20 的所有三个电极主体区段 4002、4004 和 4006 上，由于第一液体 14 的形式从圆形形式改变成在垂直于虚轴 L 的方向上延伸的椭圆形形式，第一液体 14 在垂直于虚轴 L 的宽度方向上占据第二电极 32 的电极宽度 W ⊥增加。

[0195] 这里，由于施加在第一液体 14 上的力 Fw 与通过等式 (1) 表示电极宽度 W ⊥成正比，作用在第一液体 14 上的力增加。因此，增加作用在第一液体 14 上的力有利于增加第一液体 14 的运动速度。

[0196] （第五实施例）

[0197] 下面将描述第五实施例。

[0198] 第五实施例是第一实施例的变型实例。第五实施例不同于第一实施例之处在于，按照第一实施例，第一液体 14 的透射率低于第二液体 16 的透射率，而按照第五实施例，第二液体 16 的透射率低于第一液体 14 的透射率。其它与第一实施例相同。

[0199] 图 15 是表示按照第五实施例的液体运动设备 10 的构造的示意图。

[0200] 如图 15 所示，第一液体 14 是透明、极化和传导的，并且填充在保持腔室 30 内。

[0201] 第二液体 16 不与第一液体 14 混合并填充在保持腔室 30 内。

[0202] 第一液体 14 和第二液体 16 具有大致相同的比重，并且第二液体 16 的透射率低于第一液体 14 的透射率。

[0203] 按照此实施例，第二液体 16 可包括透明硅油，并且通过将具有亲水处理表面的染色剂分布在第二液体 16 中，第二液体 16 的透射率低于第一液体的透射率。

[0204] 根据等式 (1)，用于运动第一液体 14 经过距离 L(m) 的时间 T 如下表示：

[0205] $T = (1/V)(2LMt/\varepsilon 0 \varepsilon rW\perp)1/2[sec](3)$

[0206] 例如，在运动距离 L = 1(mm) 时，第一液体 14 的质量 M 是 0.5(mg)，绝缘薄膜的厚度是 1(μm)，绝缘薄膜的特定介电常数 εr 是 3，并且第一液体 14 的直径是 1(mm)，其中第一液体 14 的直径是作为第一液体 14 在垂直于虚轴 L 的宽度方向上占据第二电极 32 的电极宽度 W⊥，根据等式 (3)，T = 194/V(msec)。

[0207] 例如，在施加电压是 100(V) 时，第一液体 14 以大约 1.9(msec) 运动。

[0208] 使用具有高介电常数的绝缘薄膜可减小电压。

[0209] 实际上，由于来自于第二液体 16 的粘滞曳力和第一液体 14 和与第一液体 14 接触的排水薄膜之间的摩擦对于第一液体 14 的运动有影响，该速度可低于 1.9(ms)。但是，使用具有高排水性的排水薄膜和具有低粘度的第二液体 16（例如具有低粘度的硅油）可消除这种影响。

[0210] 第五实施例也提供与第一实施例相同的效果。

[0211] 类似于第一实施例，第五实施例的液体运动设备 10 还可适用于图 5 所示的成像设备 100 的快门。

[0212] 第五实施例的液体运动设备 10 放置在过滤器组 114 和成像元件 102 之间，并且第一液体 14 运动，其中虚轴 L 平行于垂直于拍摄光学系统 104 的光轴 G 的平面。因此，光轴 G 上的第一液体 14 可将光通量传导到成像元件 102。由于第一液体 14 离开光轴 G，第二液体 16 可中断传导到成像元件 102 的光通量。

[0213] 因此，同样在第五实施例的液体运动设备 10 中，在光通量通过第一液体 14 中断时，可以控制辐射到成像平面 102A 的时间（即成像元件 102 的曝光时间）。

[0214] 孔径时间可通过在虚轴 L 的延伸方向上前后运动第一液体 14 来控制。

[0215] （第六实施例）

[0216] 下面将描述第六实施例。

[0217] 第六实施例是第一实施例的变型实例，并且使用具有不同透射率的多种第一液体 14 进行 ND 过滤器的功能（中性过滤器）。

[0218] 图 16 是表示按照第六实施例的液体运动设备 10 的构造的示意图。

[0219] 如图 16 所示，四种第一液体 1402、1404、1406、1408 是极化和传导的，并填充在保持腔室 30 内。

[0220] 第二液体 16 是透明的，不与四种第一液体 1402、1404、1406、1408 混合，并填充在保持腔室 30 内。

[0221] 四种第一液体 1402、1404、1406、1408 和第二液体 16 具有大致相同的比重。

[0222] 在四种第一液体 1402、1404、1406、1408 的透射率是 T1、T2、T3、T4 时，透射率 T1、T2、T3、T4 低于第二液体 16 的透射率，并且形成为 T1<T2<T3<T4。

[0223] 第二电极 20 包括位于第一和第二端壁 24 和 26 上的相同形式和相同尺寸的五个第二电极主体 3202、3204、3206、3208 和 3210。

[0224] 相互面对的第一端壁 24 的第二电极主体 3202、3204、3206、3208 和 3210 和第二端

壁 26 上的第二电极主体 3202、3204、3206、3208 和 3210 定位成在容器 12 的厚度方向上观看时在边缘处相互配合。

[0225] 按照此实施例，四个第二电极主体 3202、3204、3206 和 3208 靠近一个第二电极主体 3210 的四侧放置。第一电极 18 在第二端壁 26 上线性延伸，以便将中央第二电极主体 3210 分成四个，每个剩余的第二电极主体 3202、3204、3206 和 3208 分成两个。

[0226] 第一液体 1402、1404、1406 和 1408 放置在第二电极主体 3202、3204、3206 和 3208 之上。

[0227] 通过未示出的电压施加区段将电压 E 有选择地施加在第二电极主体 3202、3204、3206、3208 和 3210 上，使得第一液体 1402、1404、1406 和 1408 在第二电极主体 3201 上有选择地运动。

[0228] 第六实施例明显提供与第一实施例相同的效果。另外，按照第六实施例，通过将具有不同透射率的多种第一液体 1402、1404、1406 和 1408 输入 / 抽出光学路径，中央第二电极主体 3210 在成像设备的拍摄光学系统的光学路径上的定位可进行 ND 过滤器的功能。

[0229] （第七实施例）

[0230] 下面将描述第七实施例。

[0231] 第七实施例是第一实施例的变型实例，并且不同于第一实施例之处只在于第二电极 20 分成比第一液体 14 的直径小的尺寸的电极。

[0232] 图 17 是表示按照第七实施例的液体运动设备 10 的第二端壁 26 的内表面上的第一和第二电极 18 和 20 的形式的平面图。

[0233] 如图 17 所示，在此实施例中，电极宽度 W”小于第一液体 14 的直径，并且等于或小于第一液体 14 的直径的 1/4，其中电极宽度 W”是虚轴 L 的延伸方向上的第二电极 20 的多个第二电极主体 32 的每个主体的尺寸。

[0234] 因此，按照第七实施例，第一液体 14 可有利地以比第一实施例小的步运动，明显地提供与第一实施例相同的效果。

[0235] 通过以较小的步运动第一液体 14，液体运动设备 10 可用作光圈，如下所述。

[0236] 图 18A 是在液体运动设备 10 按照第七实施例用作光圈的情况下表示原理的视图，并且图 18B 是图 18A 的截面图。

[0237] 如图 18A 和 18B 所示，两个液体运动设备 10 在容器 12 的厚度方向上叠置固定，使其虚轴 L 可以平行。

[0238] 类似于第五实施例，第一液体 14 和第二液体 16 具有大致相同的比重，并且第二液体 16 的透射率低于第一液体 14 的透射率。

[0239] 由于这种构造，电压 E 施加到两个液体运动设备 10 的第二电极主体 32 上，并且第一液体 14 在虚轴 L 延伸方向上以较小的步运动，使得第一液体 14 如图 18B 所示的重叠区域的尺寸增加 / 减小。因此，入射光量可以较小的步调节。因此，液体运动设备 10 可用作以步进方式增加 / 减小光量的光圈。

[0240] 本领域普通技术人员应该理解到根据设计需要和其它因素可以出现多种变型、组合、分组合和改型，它们都在所附权利要求或其等同概念的范围内。

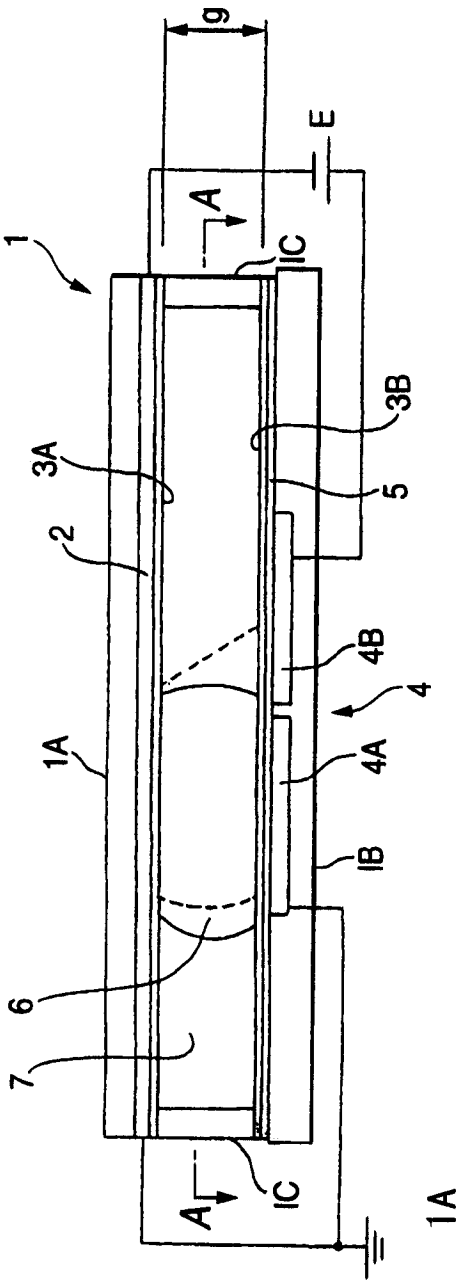


图 1A

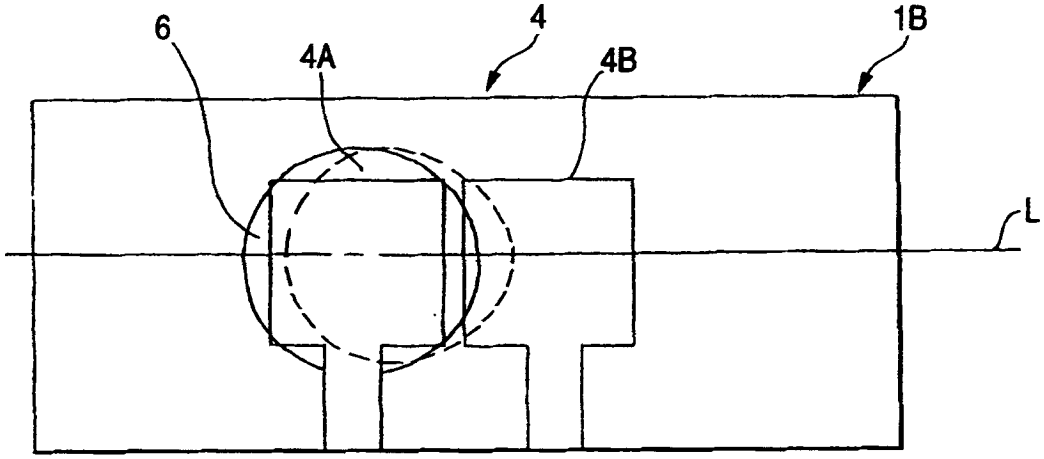

6
4A
4
4B
1B
L

图 1B

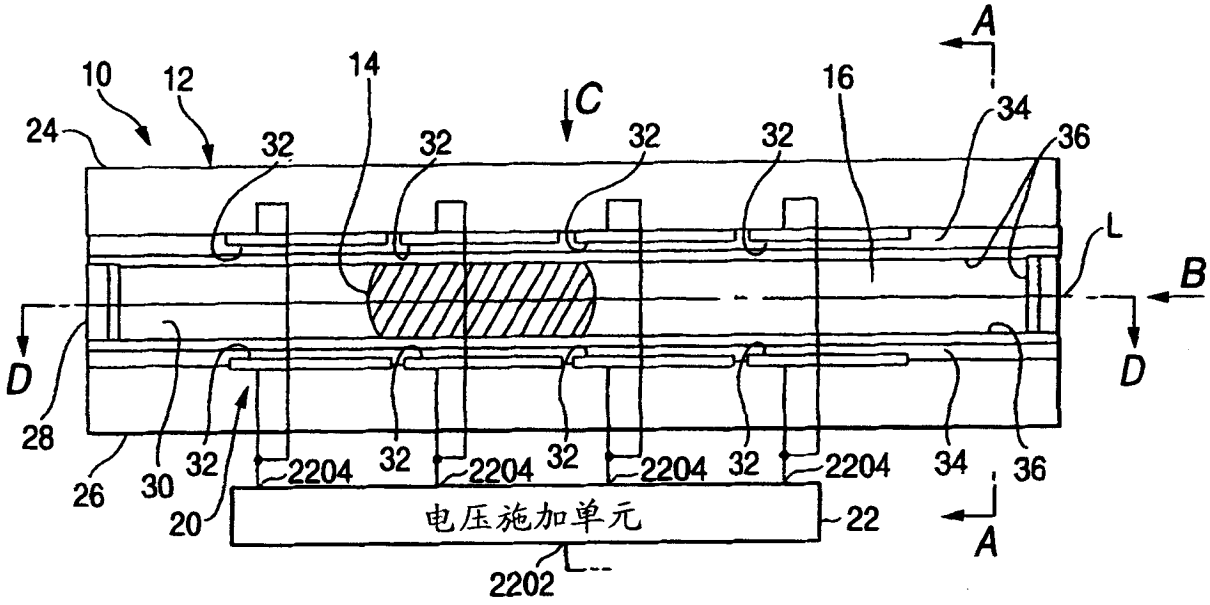

A
10
12
14
C
16
34
36
24
32
32
32
32
L
B
D
D
28
26
30
32
20
32
2204
32
2204
32
2204
32
2204
34
36
电压施加单元
22
A
2202

图 2A

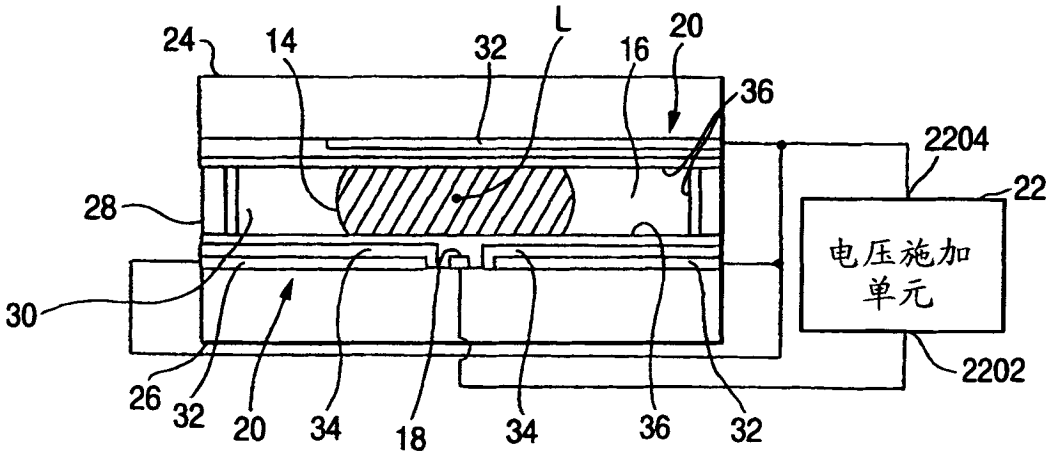


图 2B

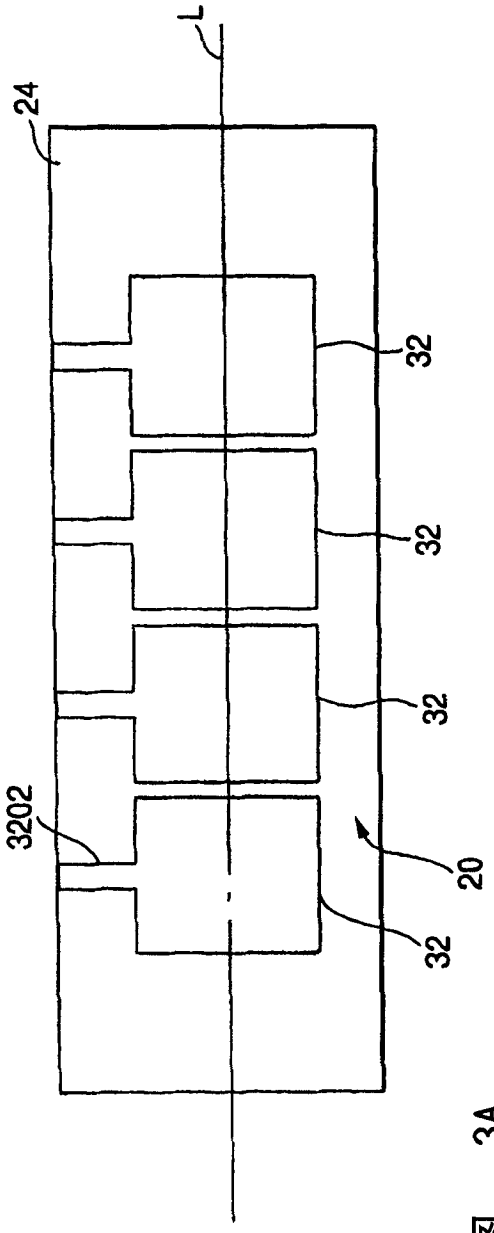


图 3A

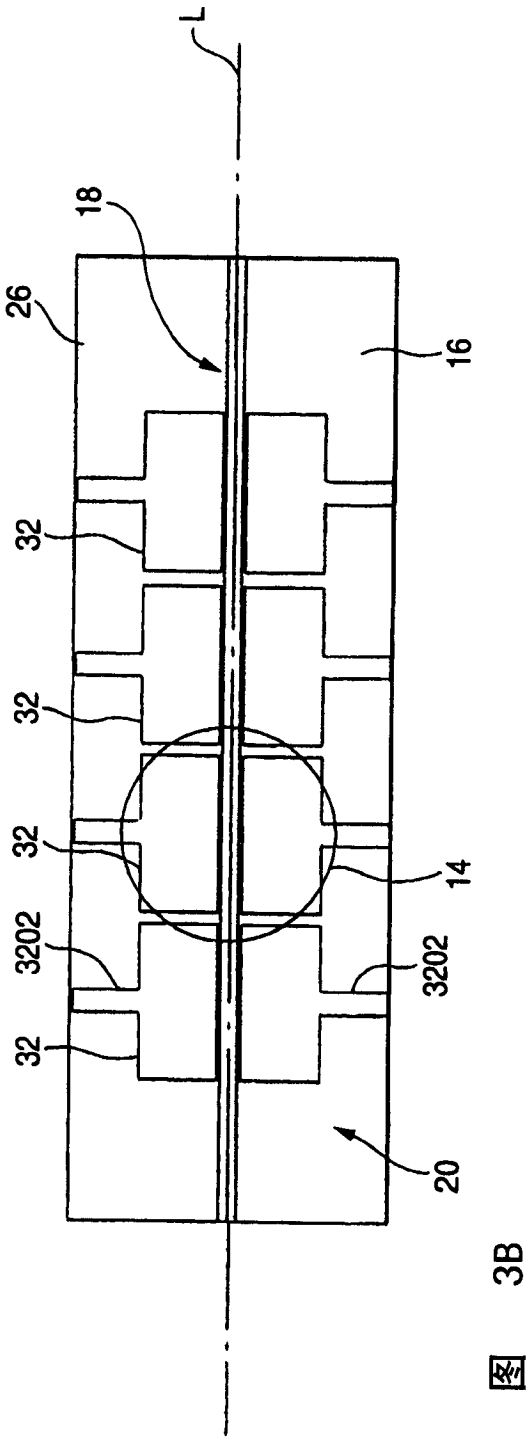


图 3B

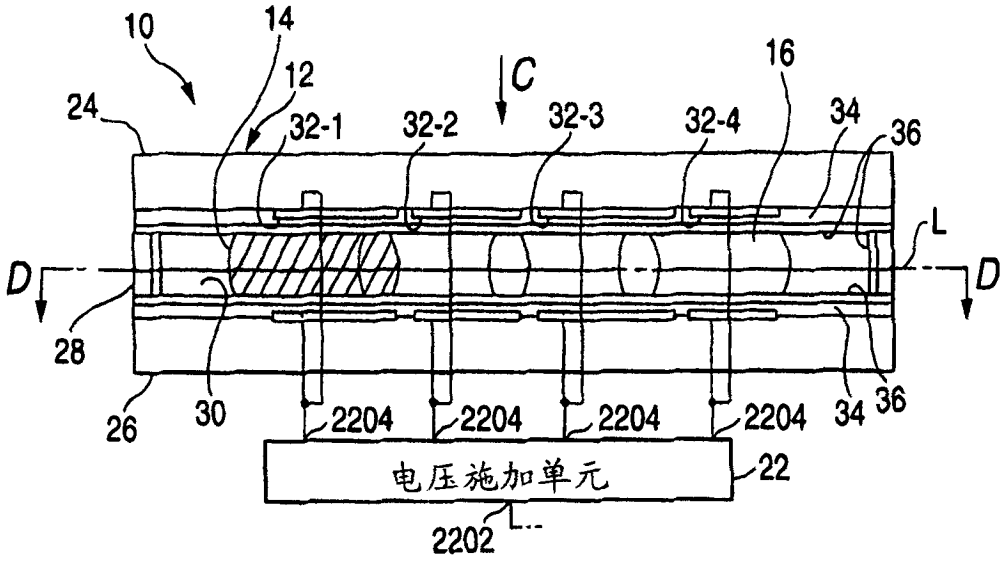

10
14
12
C
16
24
32-1
32-2
32-3
32-4
34
36
L
D
D
28
26
30
2204
2204
2204
2204
34
36
电压施加单元
22
2202

图 4A

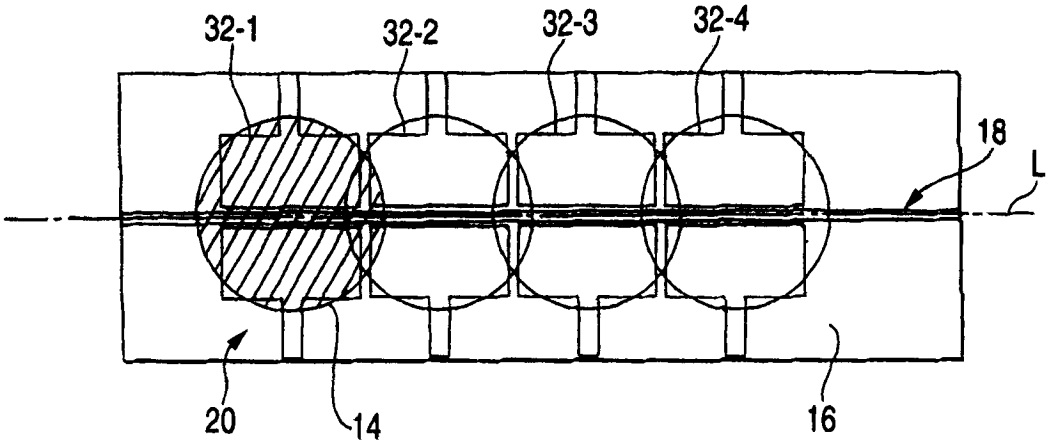

32-1
32-2
32-3
32-4
18
L
20
14
16

图 4B

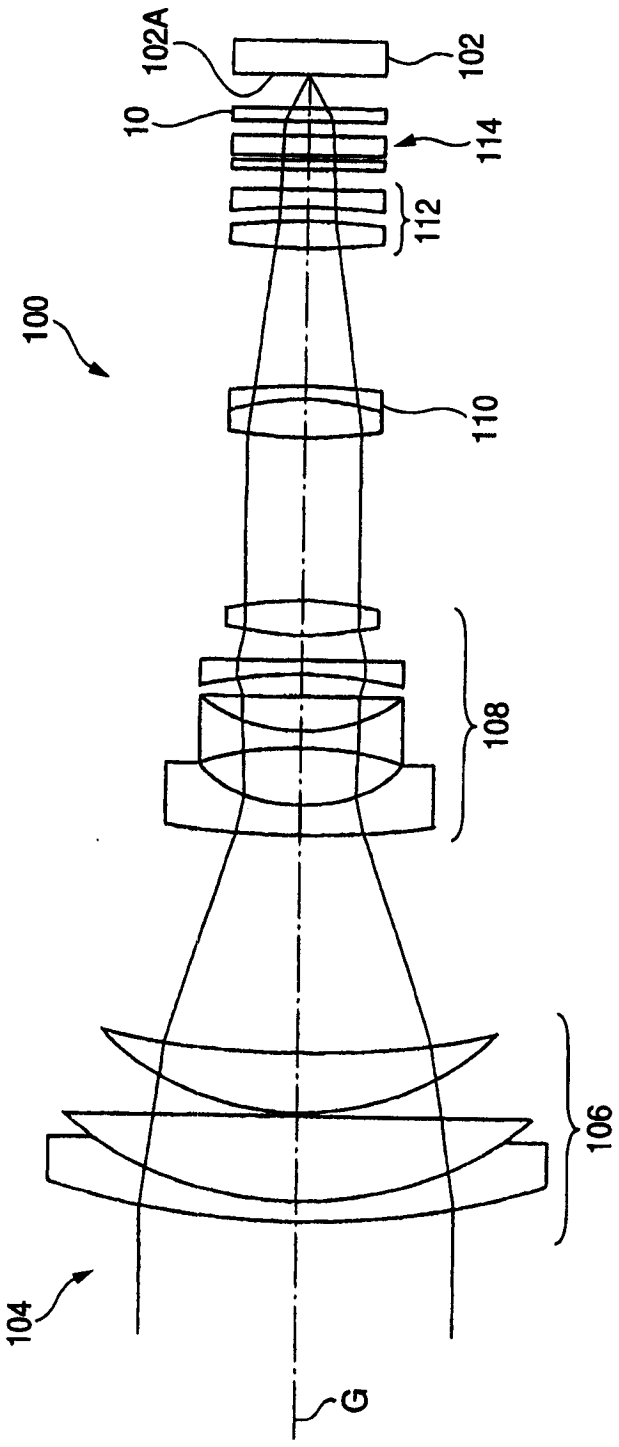


图 5

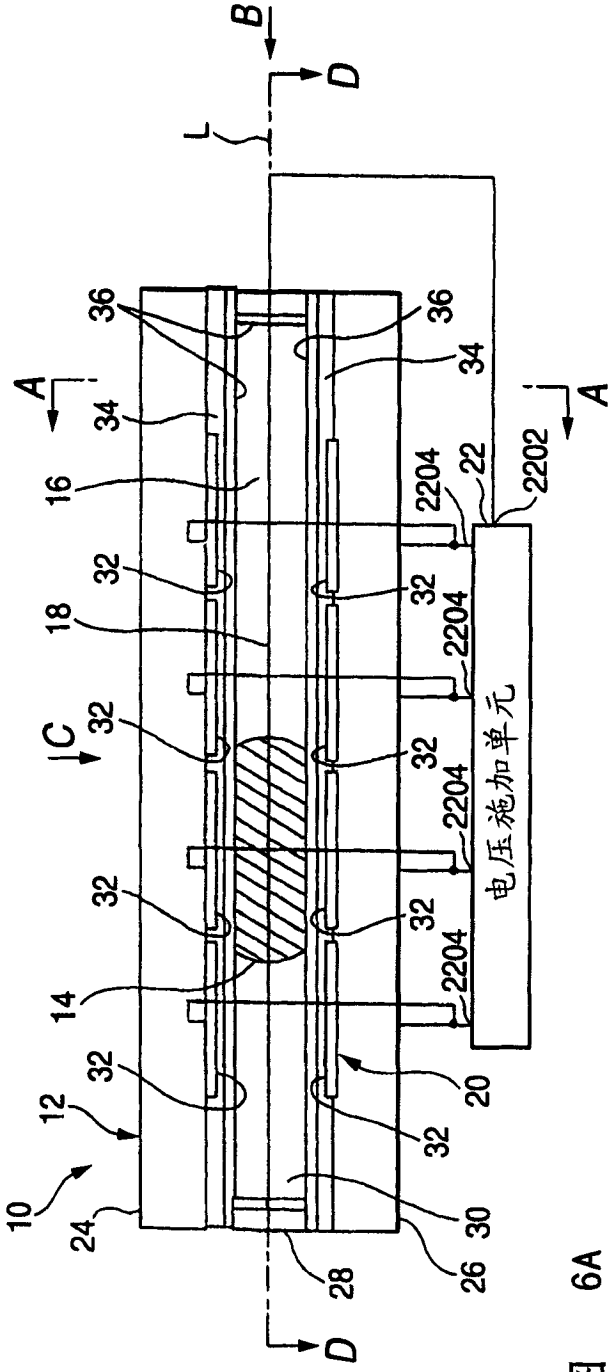

B
D
L
A
A
C
D
电压施加单元
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
2202
2204

图 6A

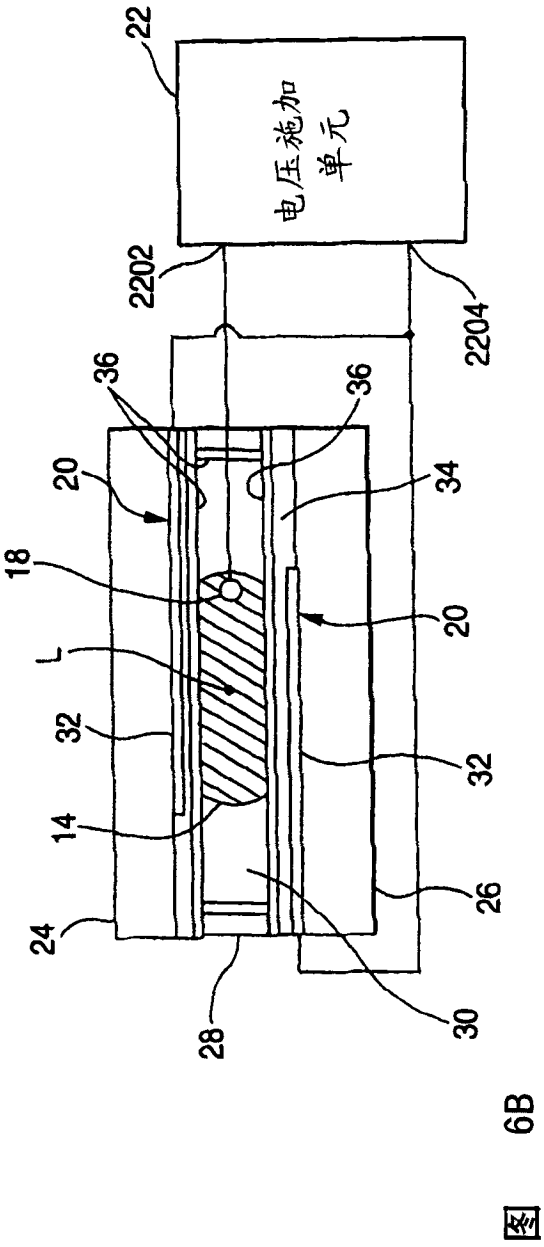

电压施加单元
L
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
2202
2204

图 6B

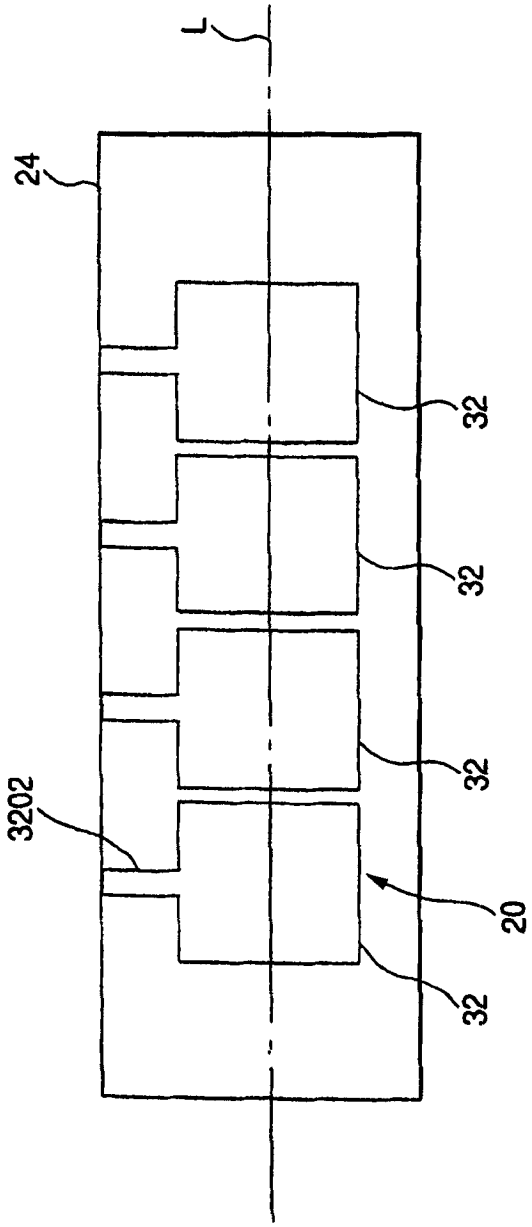


图 7B

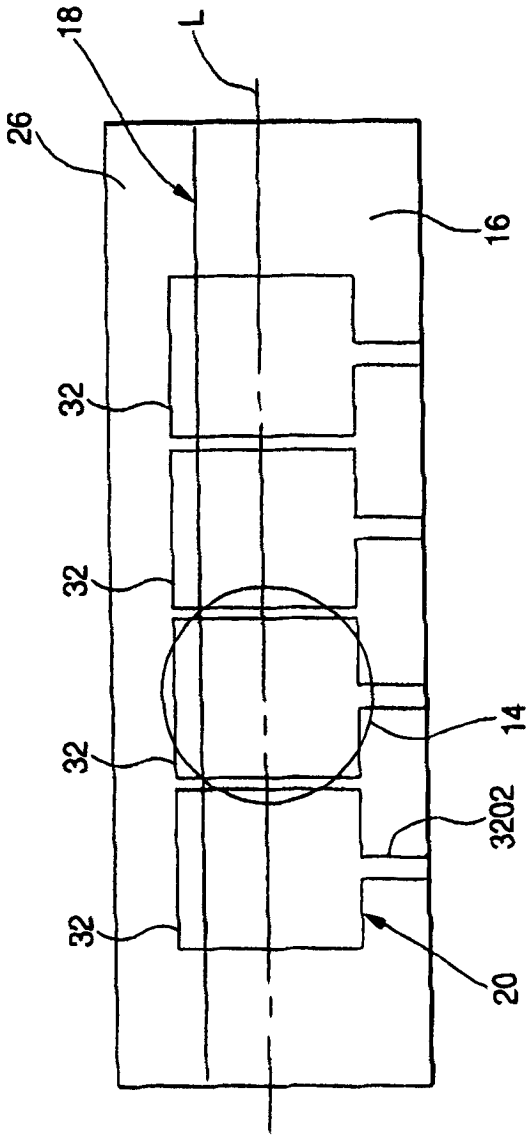


图 7B

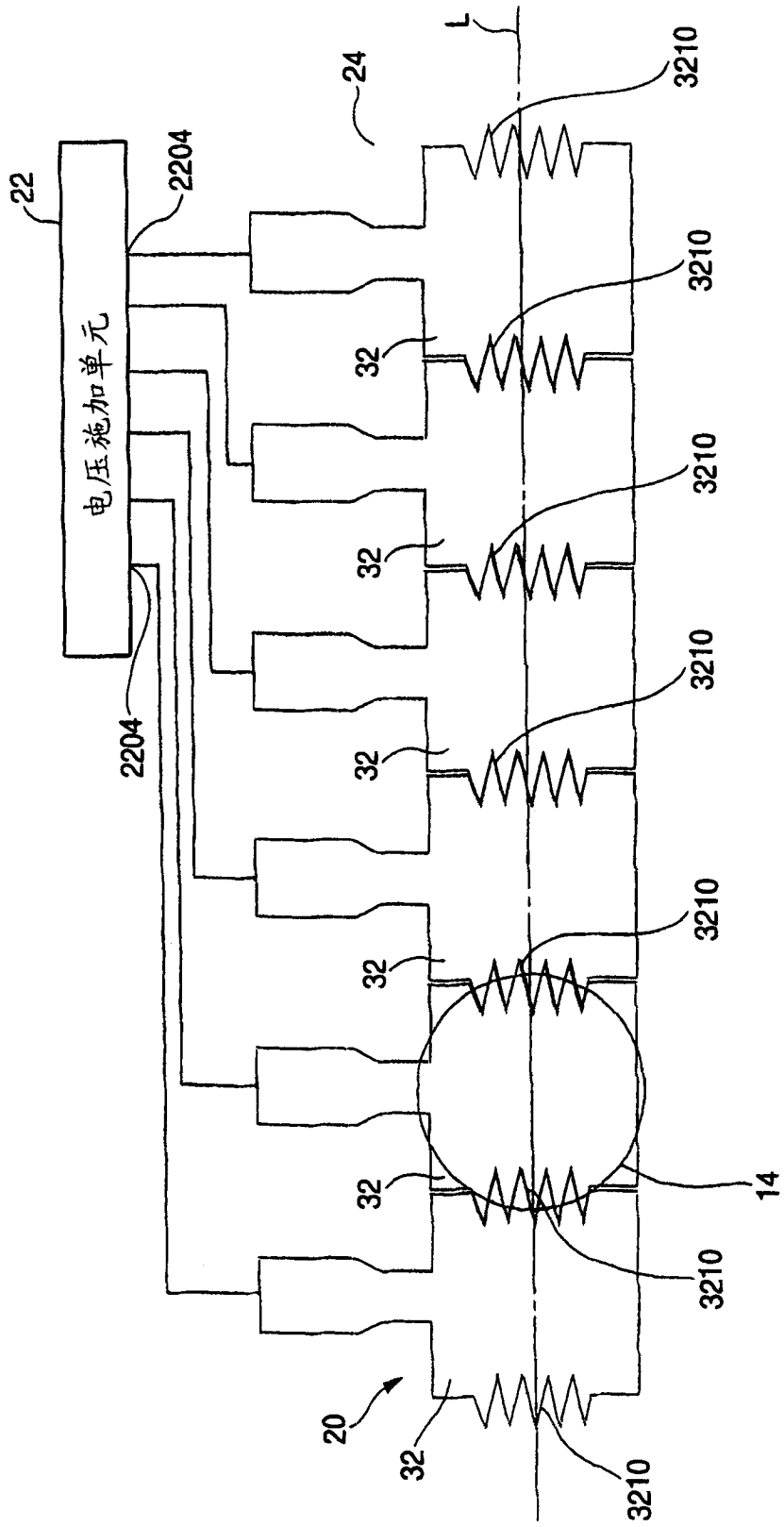


图 8

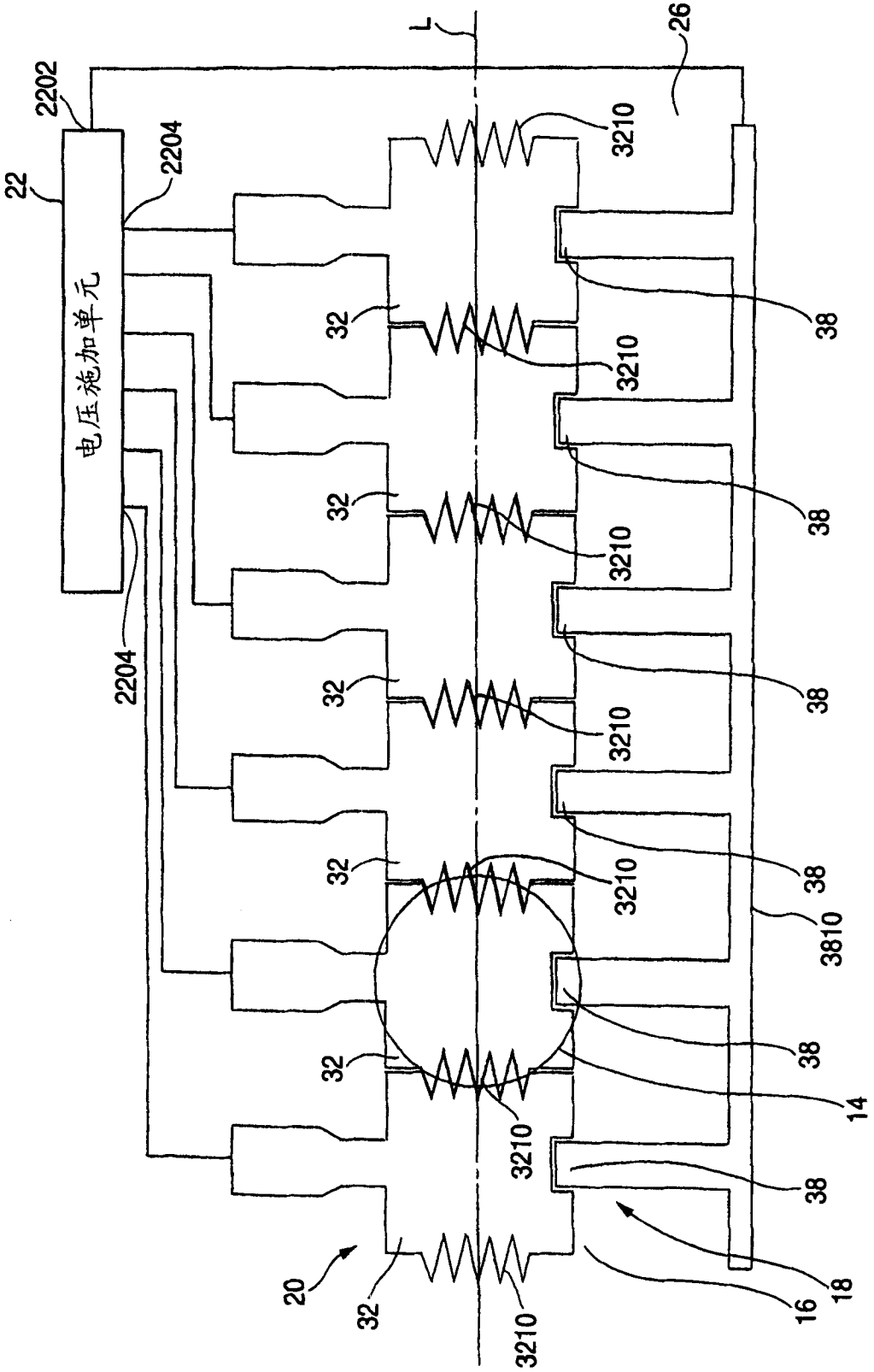


图 9

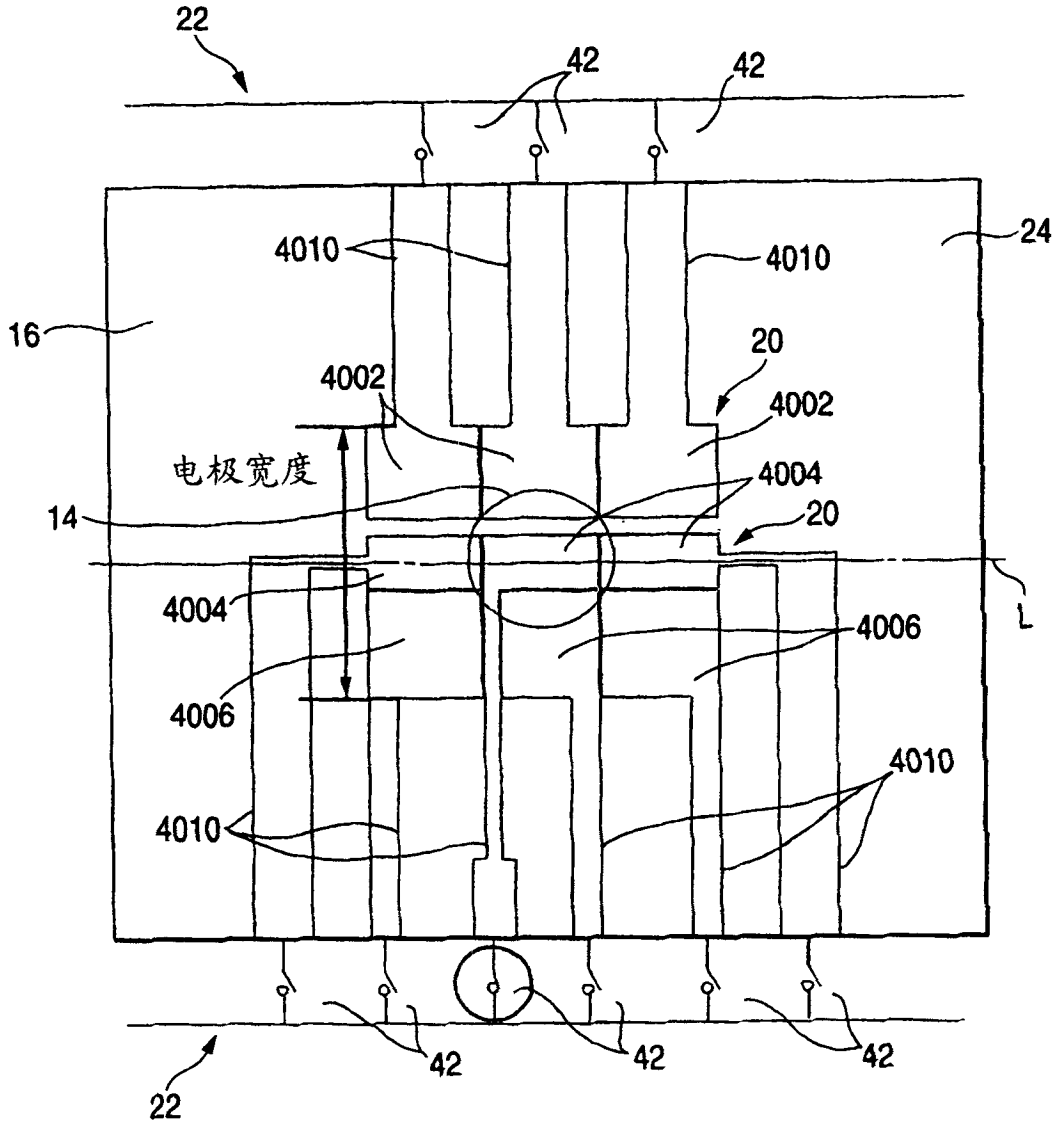

22
42
42
4010
4010
24
16
20
4002
4002
电极宽度
4004
14
20
4004
4006
L
4006
4010
4010
42
42
42
22

图 10

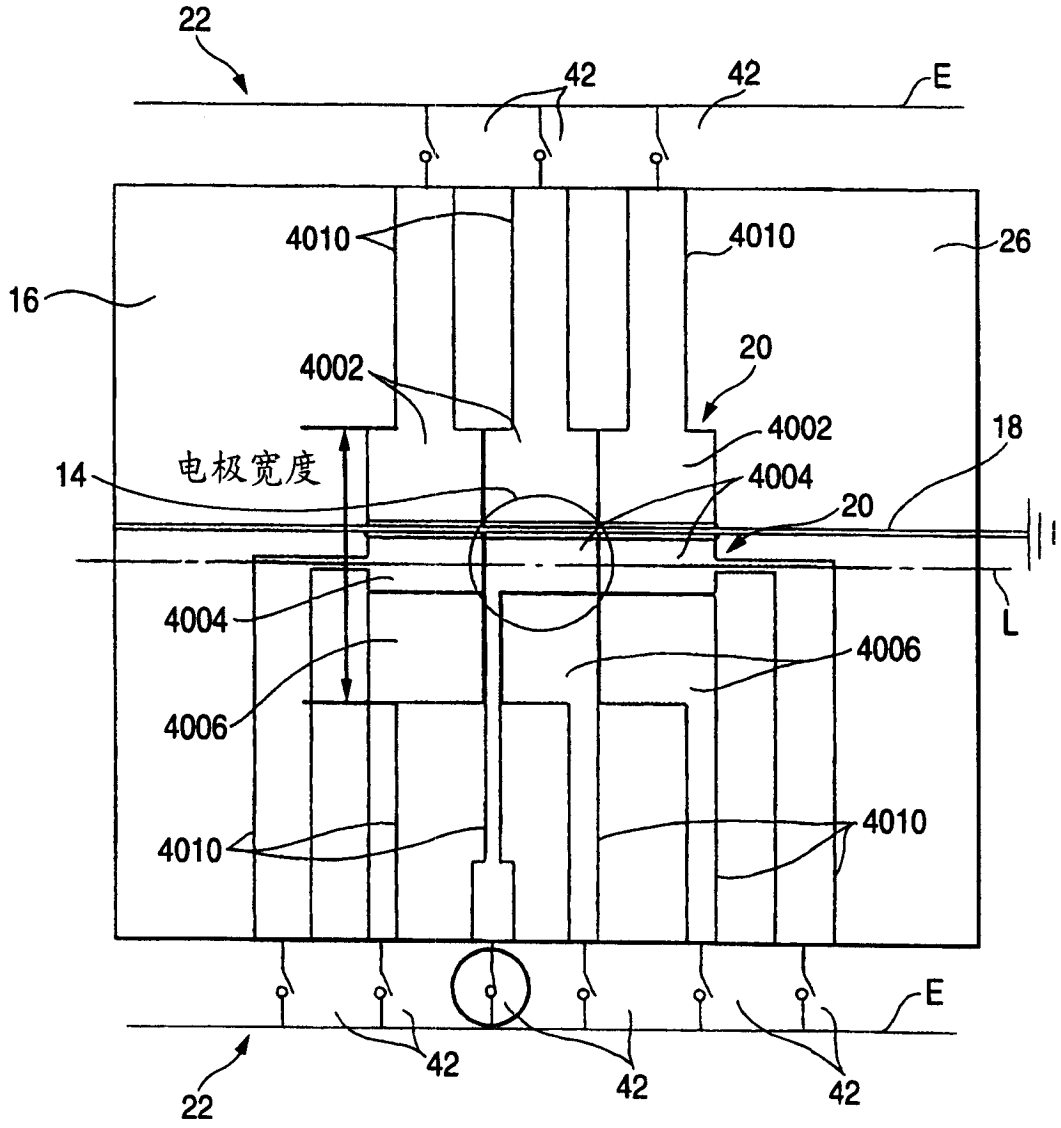

22
42
42
E
4010
4010
26
16
4002
20
4002
18
14
电极宽度
4004
20
4004
L
4006
4006
4010
4010
E
42
42
42
22

图 11

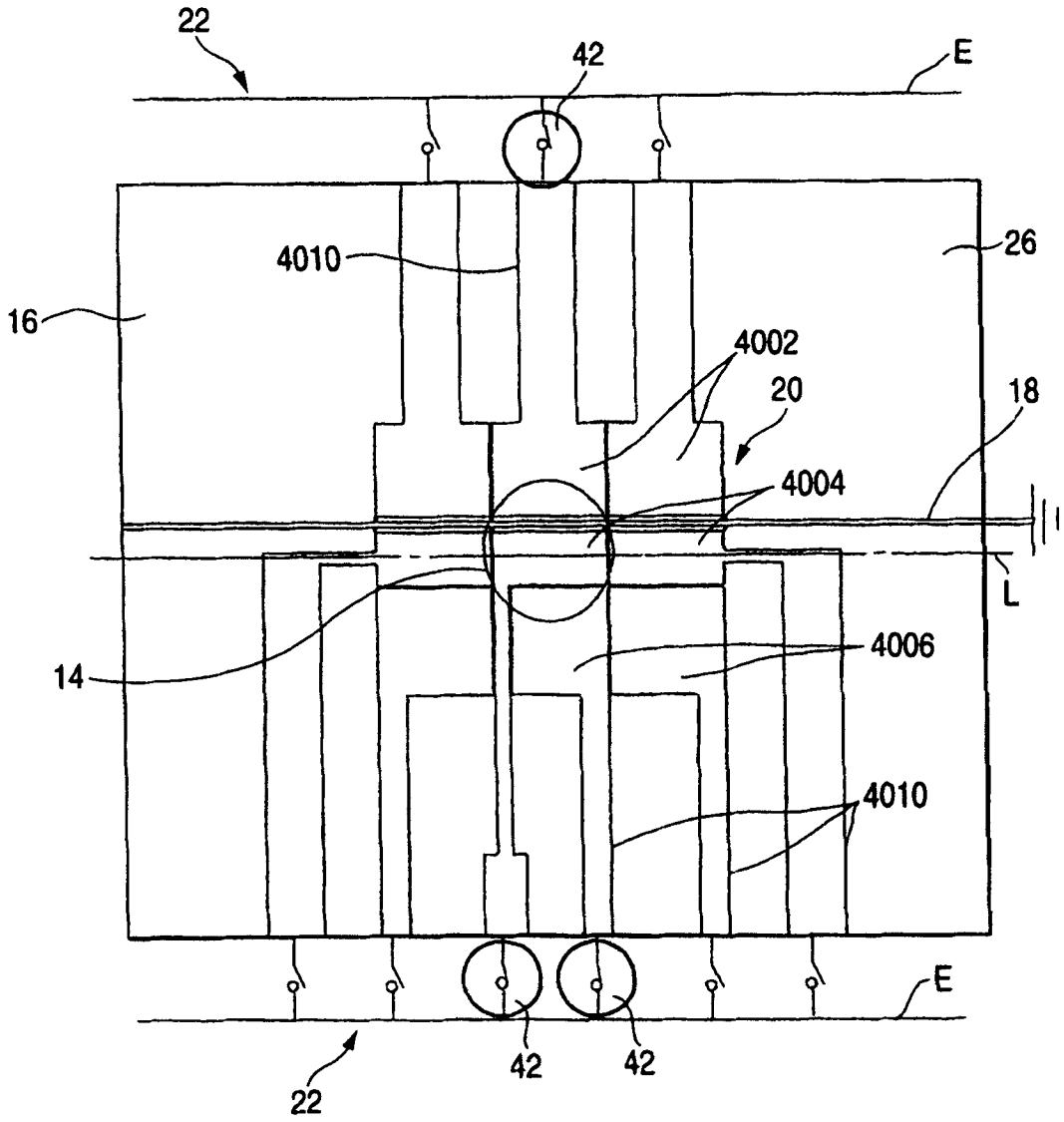


图 12

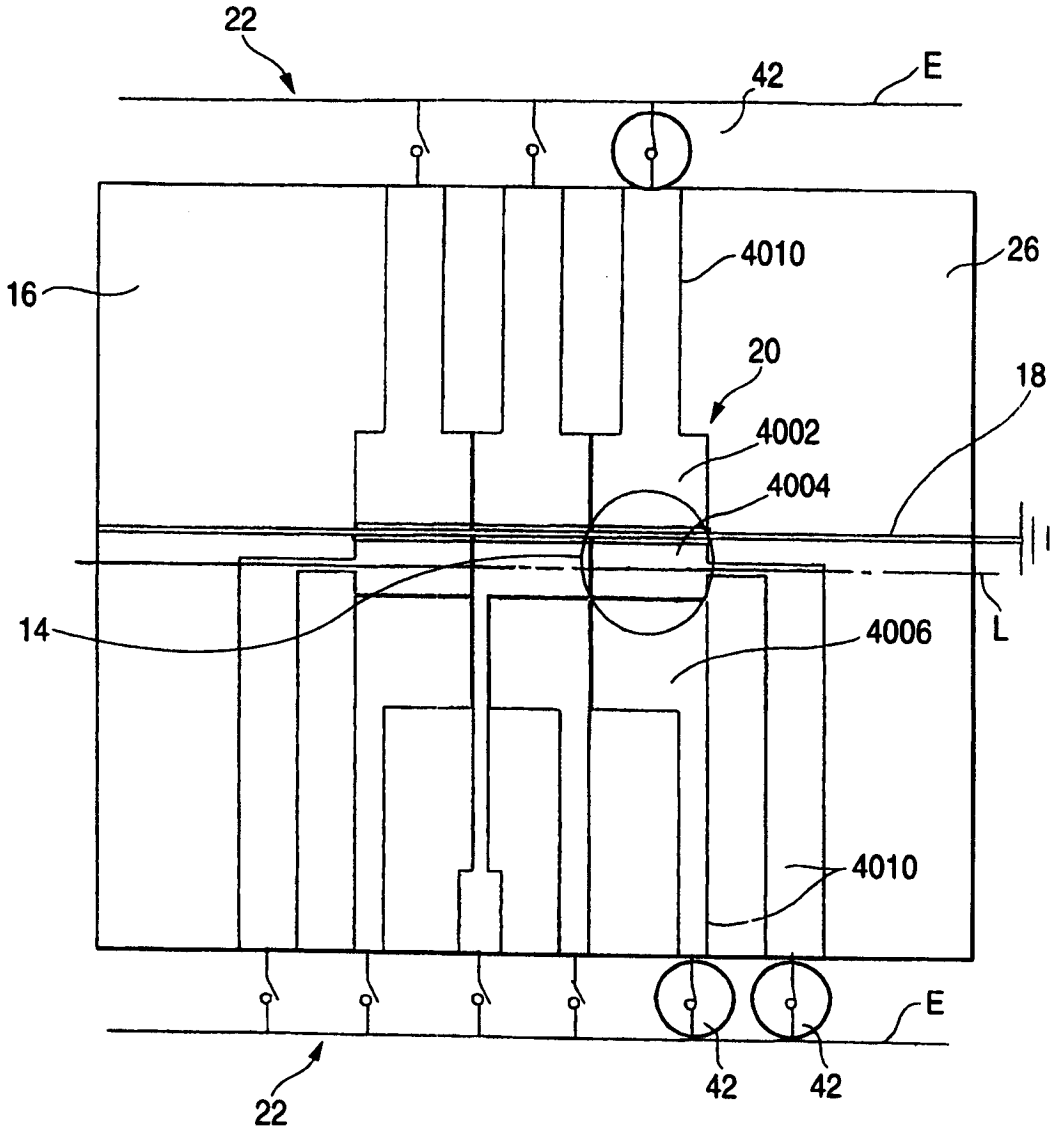


图 13

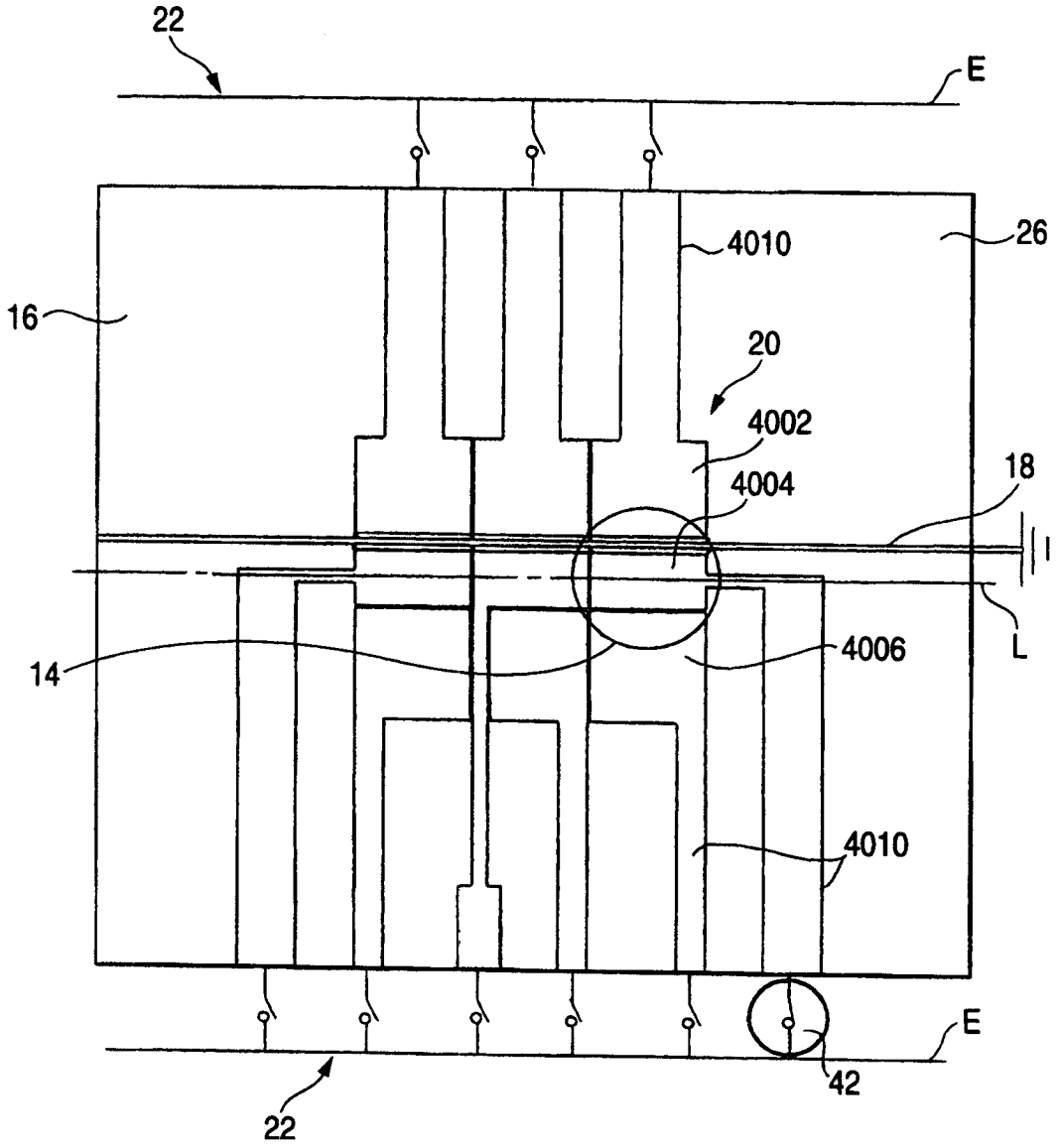


图 14

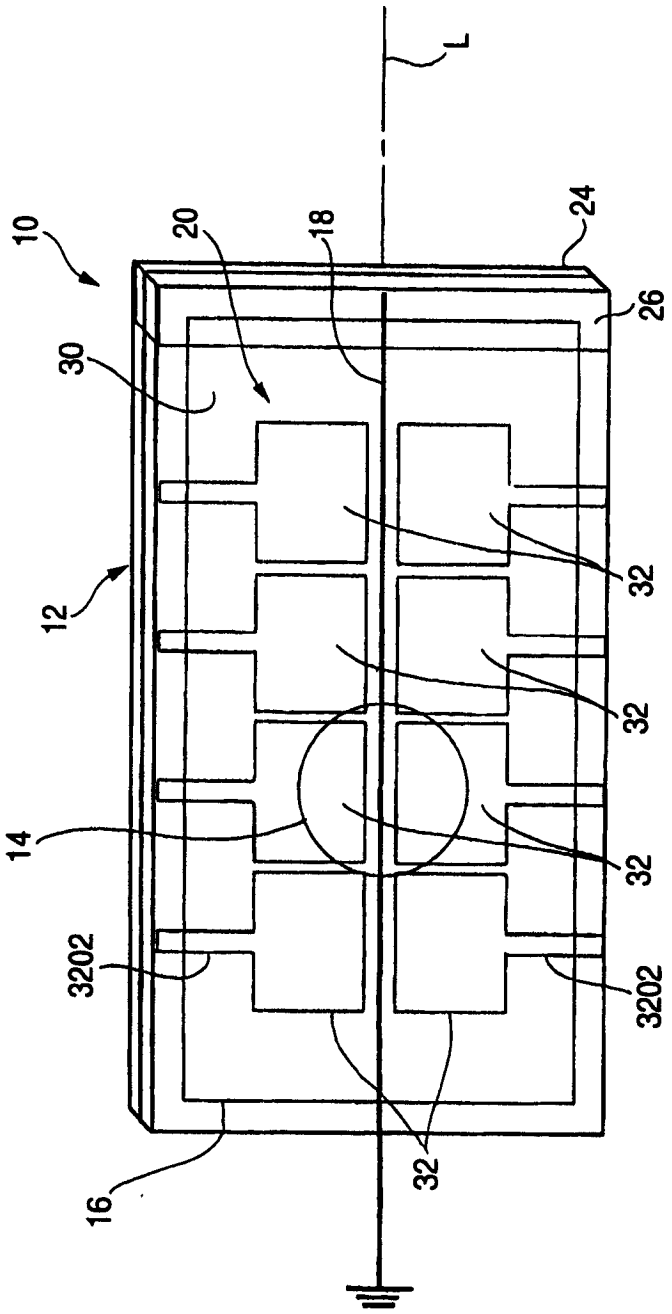


图 15

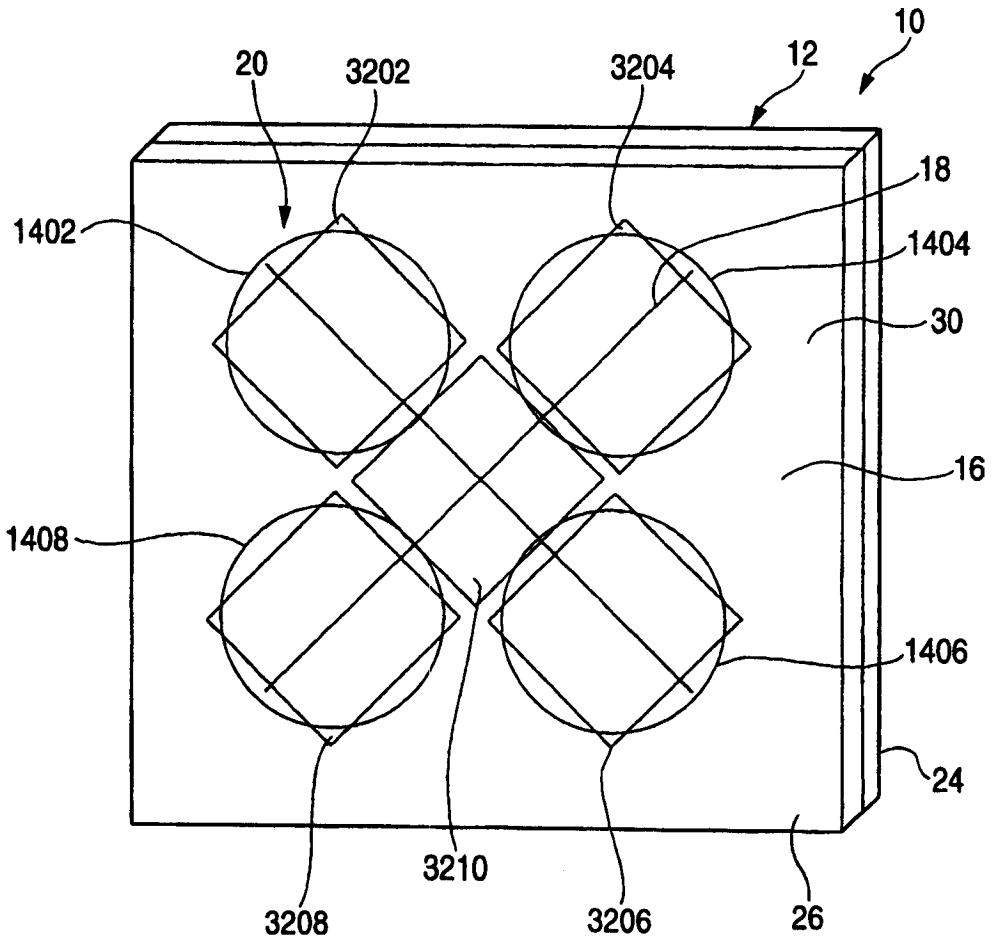

10
12
20
3202
3204
18
1402
1404
30
16
1408
1406
24
3210
3208
3206
26

图 16

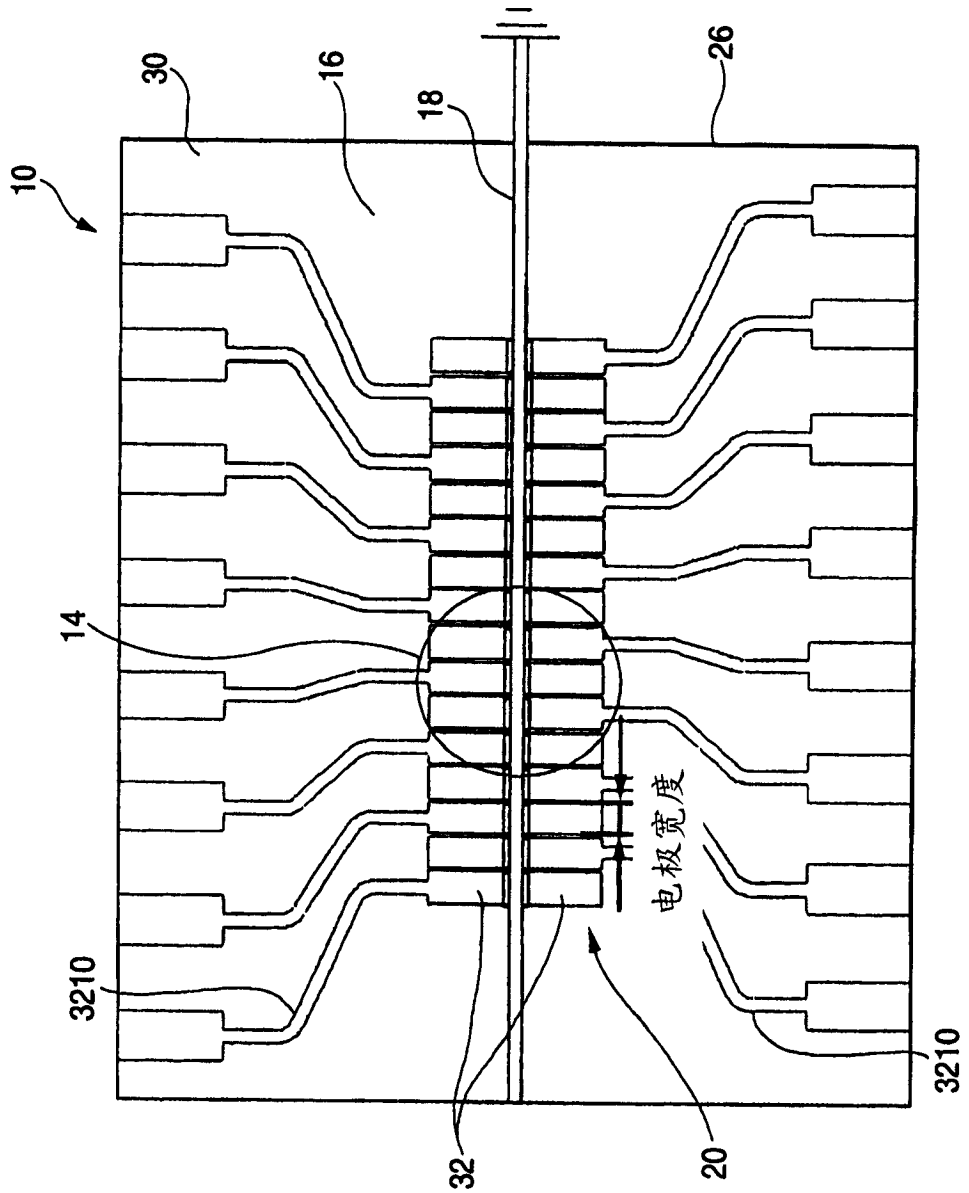


图 17

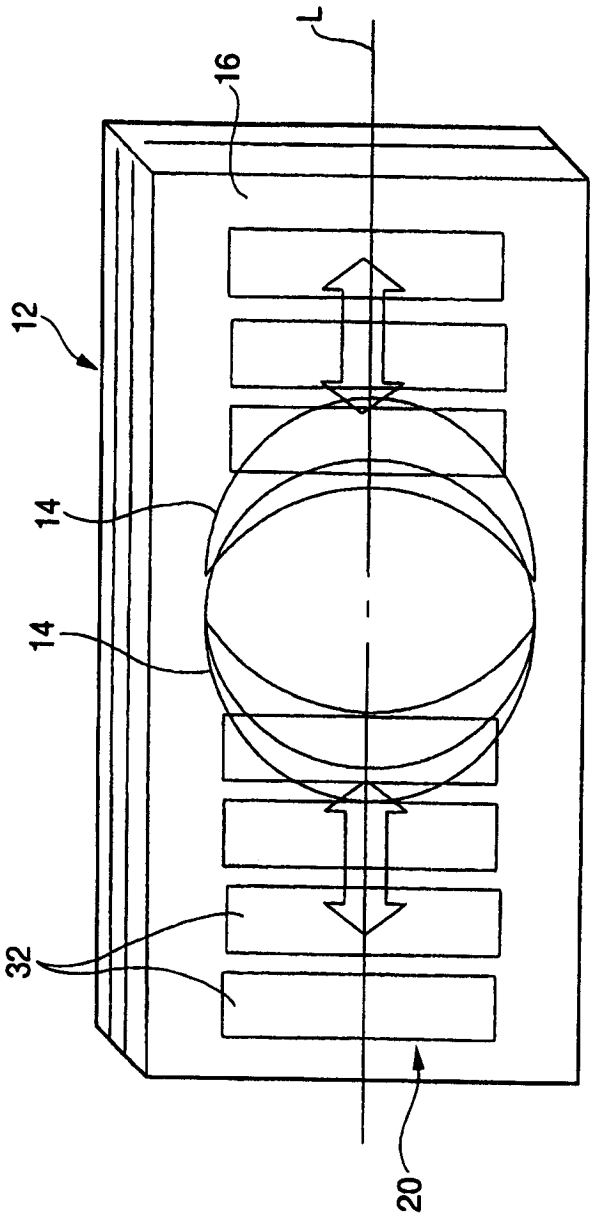


图 18A

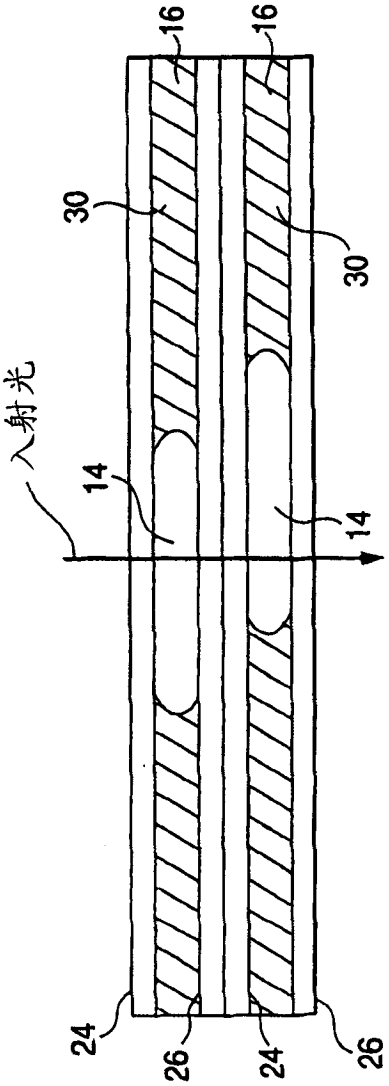


图 18B