



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108699506 A

(43)申请公布日 2018.10.23

(21)申请号 201780011565.1

(22)申请日 2017.01.31

(30)优先权数据

2016-026673 2016.02.16 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.08.15

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/003301 2017.01.31

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/141685 JA 2017.08.24

(71)申请人 AFI技术公司

地址 日本国京都府

申请人 国立大学法人京都大学

(72)发明人 胁坂嘉一 高野雅代 糸井隆行

圆城寺隆治 户井雅和 西村友美

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 刘文海

(51)Int.Cl.

C12M 1/42(2006.01)

C12N 13/00(2006.01)

C12Q 1/02(2006.01)

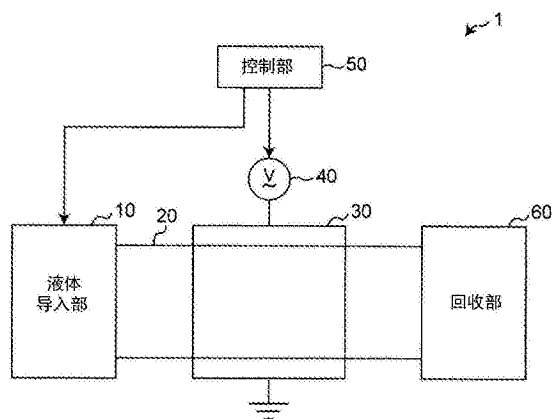
权利要求书1页 说明书8页 附图12页

(54)发明名称

分离装置

(57)摘要

分离装置是进行电介质粒子的分离的分离装置。分离装置包括：流路(20)、多个电极(31、32)、电源部(40)以及控制部。流路(20)输送包含电介质粒子的悬浊液。多个电极(31、32)配置于流路(20)，为沿流路(20)的高度方向延伸的立体形状。电源部(40)以使电介质粒子引起介电泳的方式对多个电极(31、32)施加规定频率的交流电压。控制部控制电源部(40)。



1. 一种分离装置,进行电介质粒子的分离,其中,
所述分离装置包括:
流路,其输送包含所述电介质粒子的悬浊液;
立体形状的多个电极,其配置于所述流路,并沿所述流路的高度方向延伸;
电源部,其以使所述电介质粒子引起介电泳的方式对所述多个电极施加规定频率的交流电压;以及
控制部,其控制所述电源部。
2. 根据权利要求1所述的分离装置,其中,
所述多个电极在所述流路的液流方向及宽度方向上以规定间隔排列成矩阵状。
3. 根据权利要求2所述的分离装置,其中,
所述多个电极包含被施加所述交流电压的信号电极和连接于地线的接地电极,
所述信号电极和所述接地电极以在所述流路的液流方向及宽度方向上相邻的电极彼此不同的方式交替配置。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的分离装置,其中,
在将溶出液向所述流路输送时,所述控制部使所述电源部停止对所述多个电极施加交流电压,所述溶出液用于将被所述多个电极捕获的电介质粒子从所述流路送出。
5. 根据权利要求1~3中任一项所述的分离装置,其中,
所述控制部以调整作用于所述电介质粒子的介电泳力的大小的方式对施加于所述多个电极的交流电压的大小或施加时间进行调整。
6. 根据权利要求1所述的分离装置,其中,
所述多个电极在相对于液流方向成规定角度的倾斜方向上排列。
7. 根据权利要求6所述的分离装置,其中,
所述多个电极的电极间隔在排列方向上逐渐变大。

分离装置

技术领域

[0001] 本发明涉及将细菌、细胞等电介质粒子分离的分离装置。

背景技术

[0002] 公知有利用介电泳将细菌、细胞等电介质粒子分离的分离方法。例如，专利文献1公开了一种利用介电泳将试样液中的菌类分离的分离方法。该分离方法在试样液所流通的流路配置电极，并利用电极捕集菌类，由此进行分离。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2013-27366号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 在以往的电介质粒子的分离方法中，在通过光刻等做成的平面形状(二维形状)的电极上形成流通电介质粒子的微流路。介电泳力若远离电极则急剧降低，因此仅在电极附近才有效发挥作用。为此，在以往的分选方法中，在微流路的上方介电泳力弱，微流路较薄，例如高度为30 μm 左右。因此，电介质粒子的分离处理有效体积小，分离处理能力低。

[0008] 此外，在以往的分选方法中，由于电介质粒子在微流路的高度方向上的位置的不同而介电泳力不同，因此有时处于微流路的上方的电介质粒子难以被捕获，而是会通过，不会被分离。为此，由于电介质粒子在微流路的高度方向上的位置的不同而分离精度不同，因此整体上的精度较低。

[0009] 本发明的目的在于提供一种提高电介质粒子的分离处理能力的分离装置。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 本发明涉及的分离装置进行电介质粒子的分离，所述分离装置包括：流路，其输送包含电介质粒子的悬浊液；立体形状的多个电极，其配置于流路，并沿流路的高度方向延伸；电源部，其以使电介质粒子引起介电泳的方式对多个电极施加规定频率的交流电压；以及控制部，其控制电源部。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明，能够提高电介质粒子的分离处理能力。

附图说明

[0014] 图1是表示实施方式1涉及的分离装置的构成的图。

[0015] 图2是表示实施方式1涉及的分离装置的电极部的构成的立体图。

[0016] 图3是表示实施方式1涉及的分离装置的电极部的构成的俯视图。

[0017] 图4是表示实施方式1涉及的分离装置的动作的图。

[0018] 图5是表示实施方式1涉及的分离装置的动作的图。

- [0019] 图6是表示实施方式2涉及的分离装置的动作的图。
- [0020] 图7是表示实施方式3涉及的分离装置的电极部的构成的立体图。
- [0021] 图8是表示实施方式3涉及的分离装置的电极部的构成的俯视图。
- [0022] 图9是表示实施方式3涉及的分离装置的动作的图。
- [0023] 图10是表示实施方式3涉及的分离装置的动作的图。
- [0024] 图11是表示实施方式4涉及的分离装置的电极部的构成的俯视图。
- [0025] 图12是表示实施方式4涉及的分离装置的动作的图。

具体实施方式

[0026] 以下,参照所附附图说明本发明涉及的进行电介质粒子的分离的分离装置的实施方式。

[0027] 0. 介电泳的概要

[0028] 在说明本实施方式之前,对介电泳的概要进行说明。在对包含细菌、细胞等电介质粒子的试样液配置电极,并向电极供给频率 ω 的交流电压的情况下,介电泳力作用于试样液中的电介质粒子。该介电泳力 F_{DEP} 由下式表示。

$$[0029] \quad F_{\text{DEP}} = 2\pi r^3 \epsilon_m \text{Re}[K(\omega)] \nabla E^2 \dots (1)$$

[0030] 在上式(1)中, r 为电介质粒子的半径, ϵ_m 为试样液的媒介(溶液)的介电常数, E 为电场强度。此外, $\text{Re}[X]$ 表示复数 X 的实部。 $K(\omega)$ 是Clausius-Mossotti因子,由下式表示。

$$[0031] \quad K(\omega) = (\epsilon_p^* - \epsilon_m^*) / (\epsilon_p^* + 2\epsilon_m^*) \dots (2)$$

[0032] 在上式(2)中, $\epsilon_p^* (= \epsilon_p + \rho_p / (j\omega))$ 是粒子的复数介电常数(ϵ_p 是粒子的介电常数(实部), ρ_p 是粒子的导电率)。此外, $\epsilon_m^* (= \epsilon_m + \rho_m / (j\omega))$ 是周围介质的复数介电常数(ϵ_m 是周围介质的介电常数(实部), ρ_m 是周围介质的导电率)。

[0033] 在上式(1)中, $\text{Re}[K(\omega)] > 0$ 时,相对于电极的设置方向而言为正的介电泳力 F_{DEP} (引力)作用于粒子,粒子被向电极附近吸引而被捕获到电极。另一方面, $\text{Re}[K(\omega)] < 0$ 时,负的介电泳力 F_{DEP} (斥力)作用于粒子,粒子受电极排斥而被捕获到电极之间。需要说明的是, $\text{Re}[K(\omega)] = 0$ 时,对粒子不作用介电泳力,粒子不被电极捕获。将该 $\text{Re}[K(\omega)] = 0$ 时的频率、即介电泳力 F_{DEP} 从正到负或从负到正变化的交界处的频率称为跨越频率(COF)。

[0034] 以上,通过适当设定向电极供给的交流电压的频率 ω ,由此例如能够一边排除目标粒子以外的粒子一边选择性地将目标粒子捕获于电极而加以分离。

[0035] (实施方式1)

[0036] 以下,使用图1~5说明实施方式1涉及的分离装置。

[0037] 1. 构成

[0038] 1-1. 分离装置

[0039] 图1是表示实施方式1涉及的分离装置的构成的图。图1所示的分离装置1在包含目标细胞及其以外的细胞的悬浊液中利用介电泳将目标细胞分离。分离装置1包括液体导入部10、流路20、电极部30、电源部40、控制部50和回收部60。

[0040] 液体导入部10将悬浊液和介电泳液(DEP液)导入流路20,所述悬浊液包含目标细胞及其以外的细胞。此外,液体导入部10将溶出液导入流路20,所述溶出液用于将被电极部30捕获的目标细胞从流路20送出。通过控制部50来控制利用液体导入部10进行的各种液体

的导入。

[0041] 流路20将被液体导入部10导入的悬浊液及介电泳液、或溶出液向规定方向(液流方向)输送。

[0042] 电极部30配置于流路20。电极部30具有用于对在流路20流过的目标细胞作用介电泳力的多个电极。关于电极部30的详情将后述。

[0043] 电源部40例如由函数信号发生器(function generator)构成。电源部40根据控制部50的控制而产生规定频率的交流电压,并向电极部30的电极供给。

[0044] 控制部50例如由个人计算机构成。控制部50具备HDD、SSD等存储部、CPU等控制器,控制器通过执行存储于存储部的程序而实现各种功能。控制部50可以由专门设计的电子电路、可再构建的电子电路等硬件电路(ASIC、FPGA等)构成。控制部50的功能可以通过硬件和软件的协作实现,也可以仅由硬件(电子电路)实现。

[0045] 控制部50进行基于电源部40的交流电压的输出开始及输出停止的控制、交流电压的大小的控制、以及交流电压的频率的控制。此外,控制部50进行基于液体导入部10的悬浊液及介电泳液的导入控制、以及溶出液的导入控制。

[0046] 回收部60进行目标细胞的回收。此外,回收部60废弃目标细胞以外的细胞。

[0047] 1-2. 电极部

[0048] 图2是表示实施方式1涉及的分离装置1的电极部30的构成的立体图,图3是表示实施方式1涉及的分离装置1的电极部30的构成的俯视图。电极部30包括:多个信号电极31、多个接地电极32、信号布线35和接地布线36。

[0049] 信号电极31及接地电极32分别是沿流路20的高度方向延伸的具有立体形状的立体电极。在本公开中,立体电极是指至少高度为10 μ m以上的电极,不包含通过光刻等而做成的布线图案状的电极。在本实施方式中,例如,信号电极31及接地电极32分别呈沿流路20的高度方向延伸的圆柱形状。

[0050] 信号电极31及接地电极32在流路20的液流方向及宽度方向上以规定间隔排列成矩阵状。规定间隔例如设定为电极的直径与电极间的距离为60:100左右。在该电极排列中,信号电极31和接地电极32以在液流方向及宽度方向上相邻的电极互不相同的方式交替配置。

[0051] 更具体而言,信号电极31和接地电极32在液流方向上大致等间隔地交替排列,并且在宽度方向上大致等间隔地交替排列。此外,被施加相同电压的信号电极31在相对于液流方向约成45°角度的倾斜方向上大致等间隔地排列,同样,被施加相同电压的接地电极32在相对于液流方向约成45°角度的倾斜方向上大致等间隔地排列。倾斜约45°的信号电极31的列和倾斜约45°的接地电极32的列在液流方向上大致等间隔地交替配置。

[0052] 作为信号电极31及接地电极32的材料,包括镍、铜、金、银、铂、锌、锡、铬等金属及导电性高分子、碳纳米管等。信号电极31及接地电极32的直径为约5 μ m以上且约500 μ m以下。信号电极31及接地电极32的高度为约10 μ m以上且约1000 μ m以下。

[0053] 信号布线35是用于将多个信号电极31和电源部40连接而将来自电源部40的交流电压向信号电极31供给的布线。接地布线36是用于将多个接地电极32连接于地线的布线。

[0054] 2. 动作

[0055] 对于以上这样构成的分离装置1,以下参照图4及图5说明其动作。

[0056] 在本实施方式1中,使强的正介电泳力(引力)作用于目标细胞而将目标细胞捕获于电极31、32,排除目标细胞以外的细胞,然后,停止向电极31、32之间施加交流电压,并且使溶出液流出,由此将捕获于电极31、32的目标细胞回收而加以分离。

[0057] 首先,如图4所示,通过控制部50的控制,将包含目标细胞A及其之外的细胞C的悬浊液及介电泳液从液体导入部10导入流路20。并且,通过控制部50的控制,将来自电源部40的规定频率的交流电压施加于电极部30的信号电极31与接地电极32之间。

[0058] 在流经流路20的目标细胞A通过信号电极31与接地电极32之间时,对目标细胞A作用正的介电泳力(引力),目标细胞A被信号电极31及接地电极32吸引而被捕获。另一方面,对于目标细胞以外的细胞C不作用介电泳力、或者即使作用正或负的介电泳力(引力或斥力),该介电泳力也比较小。因此,目标细胞以外的细胞C通过信号电极31与接地电极32之前而在回收部60被废弃。

[0059] 接着,如图5所示,通过控制部50的控制,将溶出液从液体导入部10导入流路20。并且,通过控制部50的控制,停止从电源部40向电极部30的信号电极31与接地电极32之间施加交流电压。由此,被信号电极31及接地电极32捕获的目标细胞A通过溶出液而流出,在回收部60被回收。

[0060] 3. 小结

[0061] 如以上所说明,根据本实施方式,由于电极部30的电极31、32呈沿细胞(电介质粒子)所流动的流路20的高度方向延伸的立体形状(三维形状),因此即使流路20的高度增高,也能够对从通过流路20下方的细胞至通过流路20上方的细胞作用均匀的介电泳力。因此,能够增大细胞的分离处理有效体积,能够提高分离处理能力。

[0062] 此外,根据本实施方式,由于能够对从通过流路20下方的细胞至通过流路20上方的细胞作用均匀的介电泳力,因此从流路20的下方至流路20的上方,分离精度较高。

[0063] 此外,根据本实施方式,通过将多个立体形状的电极31、32并列的结构使得细胞的捕获面变大(比表面积大),因此能够可靠地捕获细胞。

[0064] 4. 变形例

[0065] 在本实施方式1中,对通过电极31、32的目标细胞A作用正的介电泳力(引力),将目标细胞A吸附于电极31、32来捕获。但是,本公开的思想不限于此,也可以是对通过电极31、32的目标细胞A作用负的介电泳力(斥力),受电极31、32排斥而将目标细胞A捕获于电极31、32之间。

[0066] 此外,在本实施方式1中,停止向电极31、32施加交流电压,将捕获于电极31、32的目标细胞A回收。本公开不限于此,也可以是将施加于电极31、32的交流电压的频率变更为不作用介电泳力的频率,或者变更为即使作用了正或负的介电泳力(引力或斥力),该介电泳力也较小的频率,由此将捕获于电极31、32的目标细胞A回收。

[0067] 此外,在本实施方式1中,将目标细胞A捕获于电极31、32,在将目标细胞以外的细胞C排出之后,将捕获于电极31、32的目标细胞A回收。本公开不限于此,也可以是使介电泳力作用于目标细胞以外的细胞C而将目标细胞以外的细胞C捕获于电极31、32,对于目标细胞A不作用介电泳力,或者即使作用了介电泳力,该介电泳力也较小,由此来回收目标细胞A。

[0068] (实施方式2)

[0069] 在实施方式1中,使强的正介电泳力(引力)作用于目标细胞而将目标细胞捕获于电极31、32,将目标细胞以外的细胞废弃,然后,停止对电极31、32之间施加交流电压,将捕获于电极31、32的目标细胞回收而分离。在实施方式2中,使较弱的正介电泳力(引力)作用于目标细胞,目标细胞和其之外的细胞的介电泳力的强度不同,由此利用目标细胞和其之外的细胞通过电极31、32之间的时间差异,将目标细胞分离(介电泳色谱法)。

[0070] 以下,对于本实施方式2涉及的分离装置1,以下参照图6说明其动作。

[0071] 通过控制部50的控制,将包含目标细胞A、B及其之外的细胞C的悬浊液以及介电泳液从液体导入部10导入流路20。并且,通过控制部50的控制,将来自电源部40的规定频率的交流电压施加于电极部30的信号电极31与接地电极32之间。

[0072] 在此,对于规定频率而言,作用于各细胞A、B、C的介电泳力(引力)的大小按照细胞C、细胞B、细胞A的顺序变强。此外,交流电压被调整为使目标细胞A、B受电极31、32吸引、并借助液体流动而流动这样的电压。

[0073] 在流经流路20的细胞A、B、C通过信号电极31与接地电极32之间时,对目标细胞以外的细胞C不作用介电泳力,或者即使作用了正或负的介电泳力(引力或斥力),该介电泳力也较小。因此,细胞C早于细胞A、B而通过信号电极31与接地电极32之间并在回收部60被废弃。

[0074] 另一方面,对目标细胞A、B作用正的介电泳力(引力),目标细胞A、B被信号电极31及接地电极32吸引并借助液体流动而流动。然后,由于介电泳力的强度差异,以目标细胞B、目标细胞A的顺序通过信号电极31与接地电极32之间并在回收部60按顺序被回收。

[0075] 如以上所说明的那样,根据本实施方式,对于间断导入作为分离场所的电极部30的细胞悬浊液,基于施加于各个细胞的介电泳力之差而按顺序将各个细胞从电极部30排出并在回收部60回收。介电泳力的强度是由于因细胞结构的差异所产生的电特性差异而引起的,若在回收部60按时间分别获取,则能够按细胞的种类进行分离。

[0076] 变形例

[0077] 在本实施方式中,为了调节作用于细胞的介电泳力的强度,对施加于电极31、32之间的交流电压的大小进行了调整。本公开不限于此,也可以是例如通过重复进行对电极31、32的交流电压的供给及供给停止,由此调整对电极31、32施加交流电压的时间,从而调节作用于细胞的介电泳力的强度。

[0078] (实施方式3)

[0079] 在实施方式1中,将电极部30的信号电极31及接地电极32在流路20的液流方向及宽度方向上排列成矩阵状。在实施方式3中,将电极部30的信号电极31及接地电极32在相对于流路20的液流方向成规定角度的倾斜方向上排列成大致直线状。

[0080] 以下,对于实施方式3涉及的分离装置的电极部,使用图7~图10进行说明。

[0081] 图7是表示实施方式3涉及的分离装置的电极部的构成的立体图,图8是表示实施方式3涉及的分离装置的电极部的构成的俯视图。

[0082] 实施方式3涉及的电极部30的信号电极31及接地电极32在相对于流路20的液流方向成约 5° 以上且 80° 以下的角度的倾斜方向上以规定间隔大致等间隔地排列成大致直线状。在本实施方式中,信号电极31及接地电极32从流路20的宽度方向的中央部向两侧部呈大致V字状排列。在该排列中,信号电极31及接地电极32以在流路20的宽度方向上的电极间

隔从流路20的上游向下游为大致恒定的方式排列。在该情况下,液流方向上的电极间隔大致恒定。在该排列中,信号电极31和接地电极32以相邻的电极彼此不同的方式交替配置。需要说明的是,将该大致V字状的电极作为1组,在流路20的液流方向上可以配置多级的电极组。

[0083] 以下,对于实施方式3涉及的分离装置1,以下参照图9及图10对其动作进行说明。

[0084] 在实施方式3中,使负的介电泳力(斥力)作用于目标细胞而使目标细胞一边受电极31、32排斥一边沿着电极31、32倾斜移动,在流路20的侧部将目标细胞回收而加以分离。

[0085] 如图9所示,通过控制部50的控制,将包含目标细胞A及其之外的细胞C的悬浊液从液体导入部10导入流路20的宽度方向的中央部,并将介电泳液从液体导入部10导入流路20的宽度方向的中央部以外的部分。并且,通过控制部50的控制,将来自电源部40的规定频率的交流电压施加于电极部30的信号电极31与接地电极32之间。

[0086] 目标细胞A及其之外的细胞C在流路20的中央部流动而到达位于中央部的电极时,负的介电泳力(斥力)作用于目标细胞A,目标细胞A一边受信号电极31及接地电极32排斥一边沿着这些电极31、32倾斜流动,到达流路20的侧部而在回收部60的侧部被回收。另一方面,对目标细胞以外的细胞C不作用介电泳力,或者即使作用了正或负的介电泳力(引力或斥力),该介电泳力也比较小。因此,目标细胞以外的细胞C通过信号电极31与接地电极32之间而流过流路20的中央部,在回收部60的中央部被废弃。

[0087] 图10是例示在电极31、32的附近细胞受到的力和细胞的移动轨迹的图。对细胞施加由于流体流动而受到的力 F_{drag} 以及介电泳力 F_{DEP} 。虽然相对于各个电极的位置的不同而该力发生变化,但只要合力 F_{total} 以不使细胞通过电极31和32之间的方式起到作用,则能够使细胞一边受电极31、32排斥一边沿着电极31、32倾斜移动,并在流路20的侧部将目标细胞回收而加以分离。因此,通过调整电压、频率来控制介电泳力,并且通过调整包含细胞的悬浊液的体积流量来控制因流动受到的力。

[0088] 如以上所说明的那样,根据本实施方式,细胞借助因流动而受到的力和介电泳力的合力的关系而通过电极31、32之间或沿着电极31、32倾斜移动,并在回收部60产生位移,由此借助介电泳力之差而被分离。因此,可以从细胞悬浊液仅提取出特定的目标细胞。需要说明的是,本实施方式中细胞悬浊液所含的细胞的种类、状态不限于两种,也可以将三种以上的多种细胞中的特定的一种或一种以上种类的细胞在回收部进行分离。而且,通过形成将在回收部60取得的细胞再次投入分离装置的两阶段以上的构成,能够应对多种多样的细胞种类细胞状态而进行分离。

[0089] 变形例

[0090] 在本实施方式中,将信号电极31及接地电极32从流路20的宽度方向的中央部向两侧部排列成大致V字状。本公开不限于此,也可以是从流路20的宽度方向的两侧部向中央部排列成大致倒V字状。在该情况下,只要将包含目标细胞的悬浊液导入流路20的宽度方向的两侧部即可。

[0091] 此外,可以将信号电极31及接地电极32从流路20的宽度方向的一个侧部向另一个侧部排列成大致一直线状。在该情况下,只要将包含目标细胞的悬浊液导入流路20的宽度方向的一个侧部即可。

[0092] (实施方式4)

[0093] 在实施方式3中,将电极部30的信号电极31及接地电极32大致等间隔排列。在实施方式4中,将电极部30的信号电极31及接地电极32以随着从流路20的中央部接近侧部而电极间隔逐渐变大的方式排列。

[0094] 以下,对于实施方式4涉及的分离装置的电极部,使用图11及图12进行说明。

[0095] 图11是表示实施方式4涉及的分离装置的电极部的构成的俯视图。在实施方式3中,在信号电极31及接地电极32的大致V字状的排列中,信号电极31及接地电极32以在流路20的宽度方向上的电极间隔随着从流路20的上游朝向下流而逐渐变大的方式排列。在该情况下,液流方向上的电极间隔的变化量及宽度方向上的电极间隔的变化量恒定。需要说明的是,液流方向上的电极间隔的变化量及宽度方向上的电极间隔的变化量也可以不恒定。

[0096] 以下,对于实施方式4涉及的分离装置1,以下参照图12说明其动作。

[0097] 通过控制部50的控制,将包含目标细胞A、B及其之外的细胞C的悬浊液从液体导入部10导入流路20的宽度方向的中央部,并将介电泳液从液体导入部10导入流路20的宽度方向的中央部以外的部分。并且,通过控制部50的控制,将来自电源部40的规定频率的交流电压施加于电极部30的信号电极31与接地电极32之间。

[0098] 在此,对于规定频率而言,作用于各细胞A、B、C的介电泳力(斥力)的大小按细胞C、细胞B、细胞A的顺序变强。此外,交流电压被调整为使目标细胞A、B一边受电极31、32排斥一边因液体流动而沿电极31、32的排列方向倾斜流动这样的电压。

[0099] 在流经流路20的细胞A、B、C通过信号电极31与接地电极32之间时,对目标细胞以外的细胞C不作用介电泳力,或者即使作用了正或负的介电泳力(引力或斥力),该介电泳力也较小。因此,细胞C以直线状通过信号电极31与接地电极32之间而流过中央部,在回收部60的中央部被废弃。

[0100] 另一方面,对目标细胞A、B作用负的介电泳力(斥力),目标细胞A、B一边受信号电极31及接地电极32排斥一边沿这些电极31、32倾斜流动。于是,由于介电泳力的强度差异,目标细胞A到达流路20的侧部,而目标细胞B在流路20的中央部与侧部之间的中间部通过信号电极31与接地电极32之间。于是,目标细胞B以直线状流过流路20的中间部,在回收部60的中央部与侧部之间的中间部被回收。另一方面,目标细胞A在回收部60的侧部被回收。

[0101] 如以上所说明的那样,根据本实施方式,细胞借助因流动而受到的力和介电泳力的合力的关系而通过电极31、32之间或沿着电极31、32倾斜移动,并在回收部60产生位移,由此借助介电泳力之差而被分离。电极31、32之间的距离越大则电极之间产生的电场强度越小,因此施加于细胞的介电泳力减少。因此,自介电泳力弱的细胞开始按顺序通过电极31、32之间,在回收部中央部分将不施加介电泳力或介电泳力非常弱的细胞回收,随着介电泳力变强,在比回收部中央部分靠侧部侧的位置回收介电泳力变强的细胞。介电泳力的强度是由于因细胞结构的差异所产生的电特性的差异而引起的,因此根据细胞的种类、状态的不同,在回收部产生位移,从而能够划分细胞。需要说明的是,本实施方式中细胞悬浊液所含的细胞的种类、状态不限于三种,通过准备多个电极间距离不同的电极对,并在回收部按位移划分多个范围,由此能够应对多种多样的细胞种类细胞状态而进行分离。而且,也可以形成为将在回收部60取得的细胞再次投入分离装置的两阶段以上的构成。

[0102] 变形例

[0103] 在本实施方式中,也可以将信号电极31及接地电极32从流路20的宽度方向的两侧

部向中央部排列成大致倒V字状。在该情况下,信号电极31及接地电极32只要以电极间隔从侧部向中央部逐渐变大的方式排列即可。

[0104] 此外,也可以将信号电极31及接地电极32从流路20的宽度方向的一个侧部向另一个侧部排列成大致一直线状。在该情况下,信号电极31及接地电极32只要以电极间隔从一个侧部向另一个侧部逐渐变大的方式排列即可。

[0105] (其他实施方式)

[0106] 在上述实施方式1~4中,作为本装置的分离对象例示了细菌、细胞。本装置的分离对象不限于细菌、细胞,只要是电介质粒子即可,例如可以是微生物、真菌、芽胞、病毒、DNA、RNA、碳纳米管、乳剂、微胶囊。

[0107] 此外,在上述实施方式1~4中,说明了将电介质粒子分离的分离装置。本公开的思想不限于此,也可以适用于将包含电介质粒子的液体浓缩的浓缩装置等。

[0108] 此外,在上述实施方式1~4中,例示了圆柱形状的电极31、32。本公开的电极的形状不限于圆柱形状,只要是立体形状即可,例如可以是多边形形状,也可以是圆锥形状、多棱柱形状。

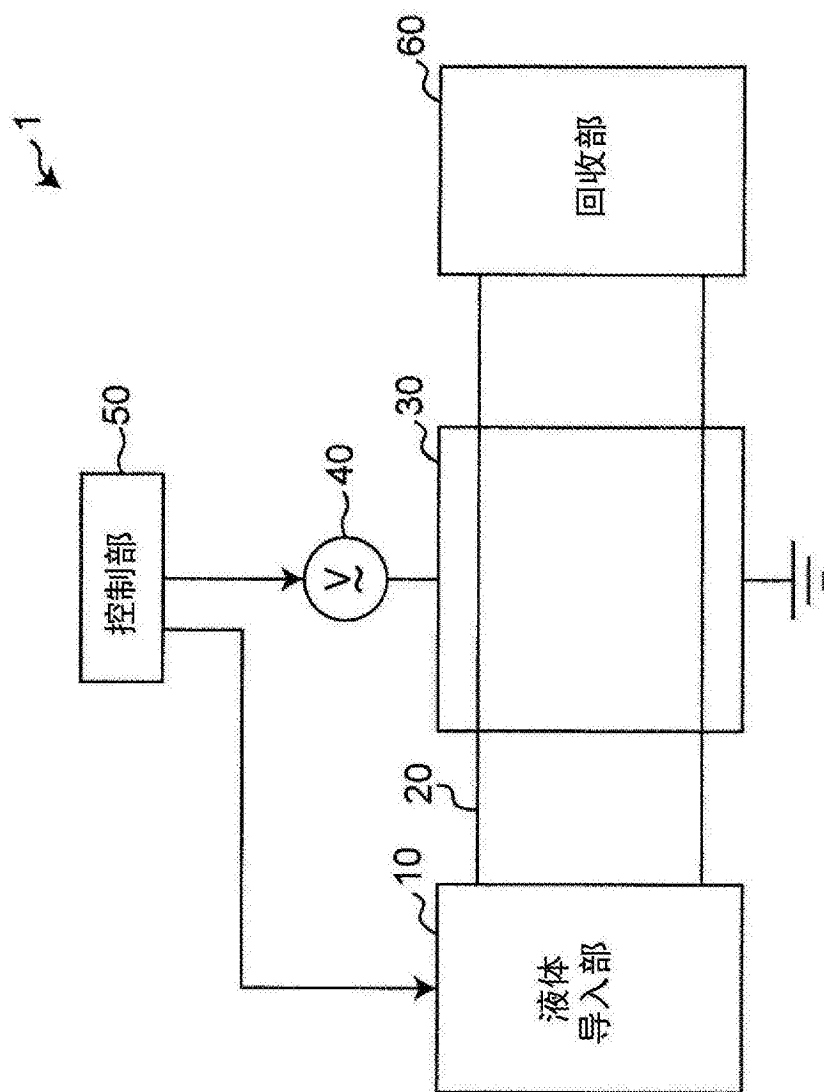


图1

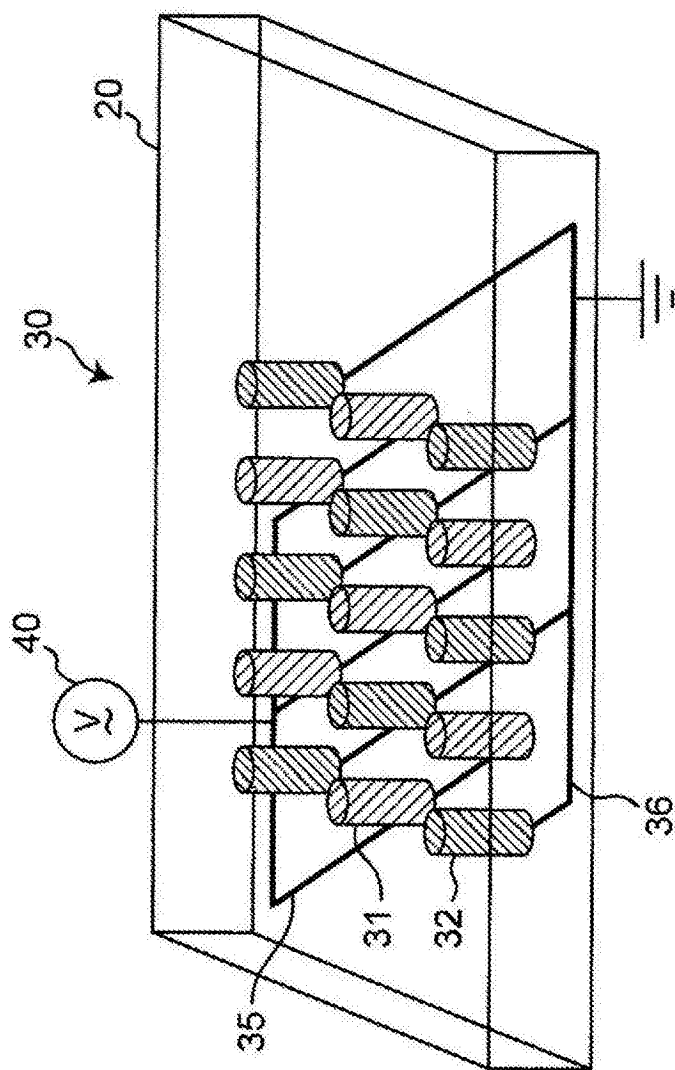


图2

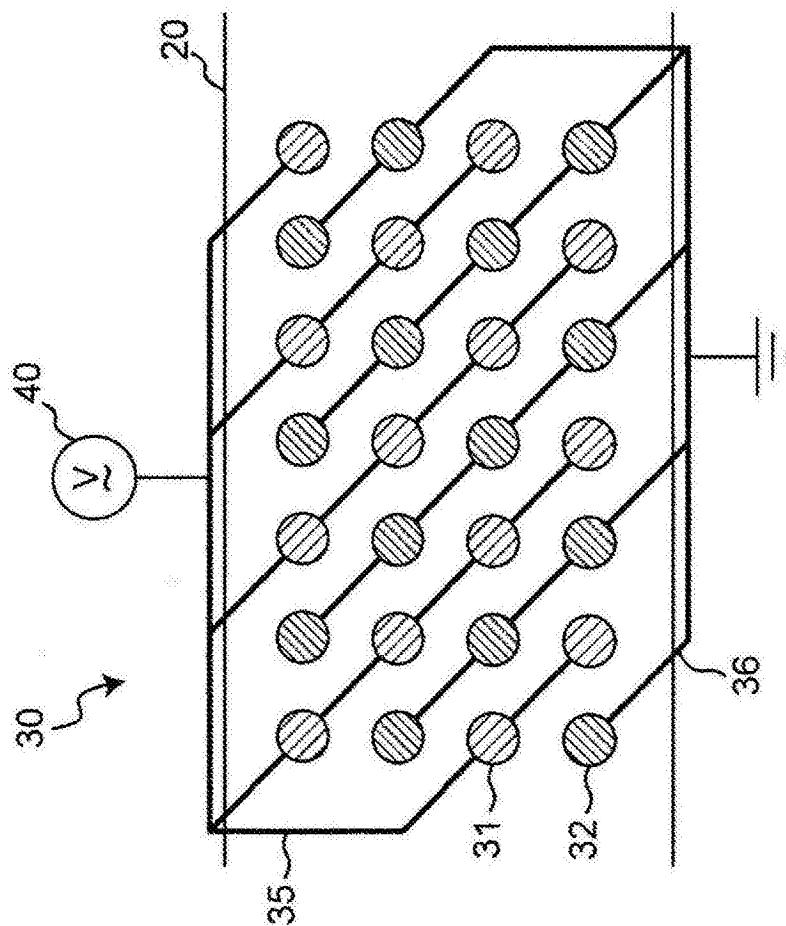


图3

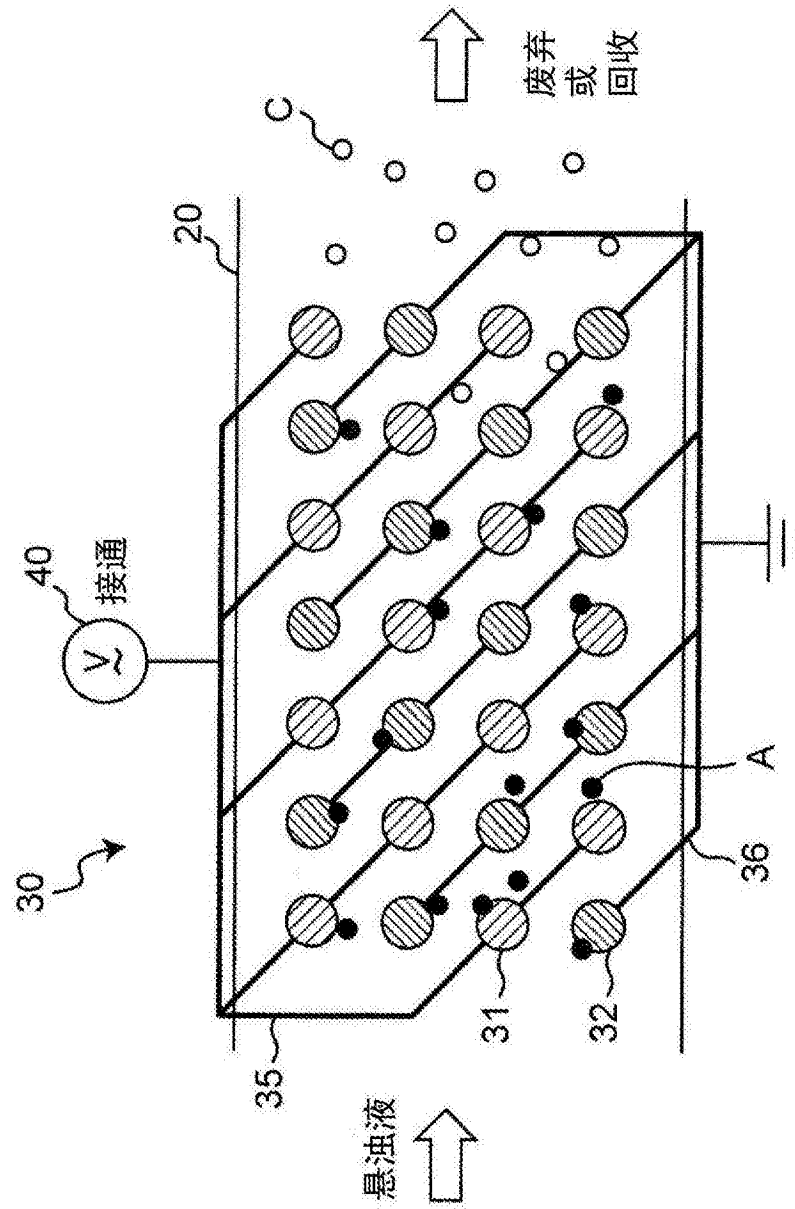


图4

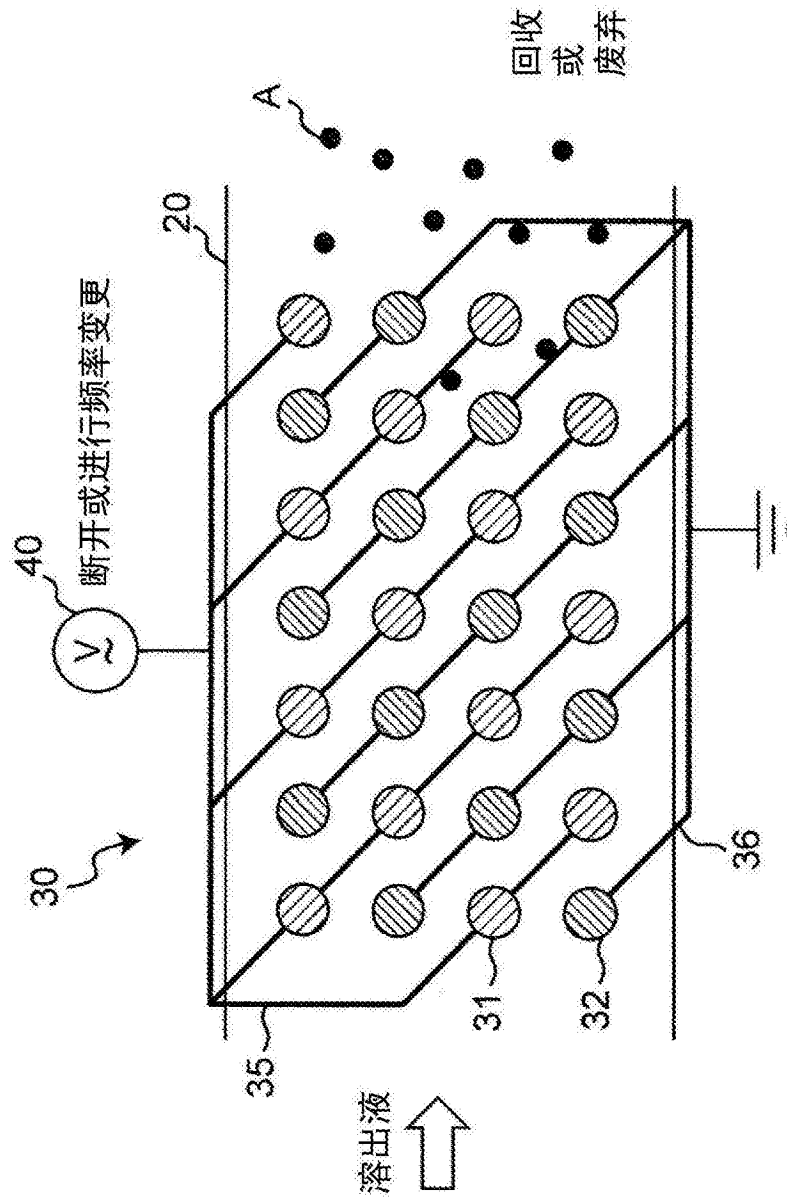


图5

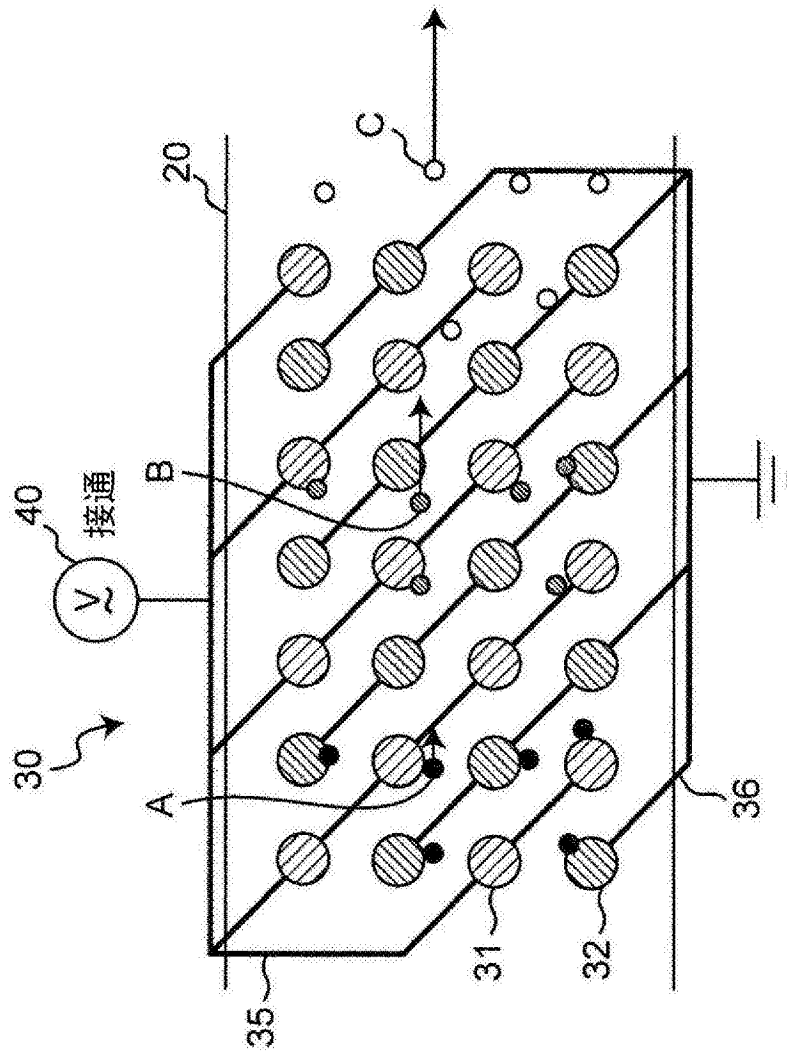


图6

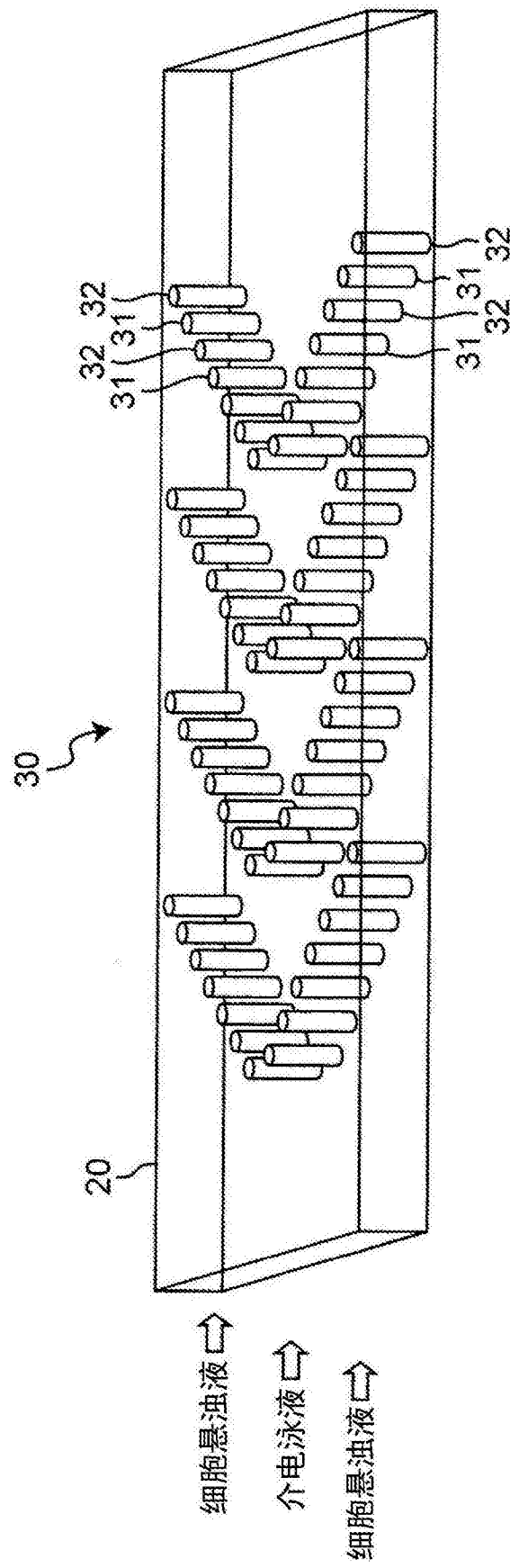


图7

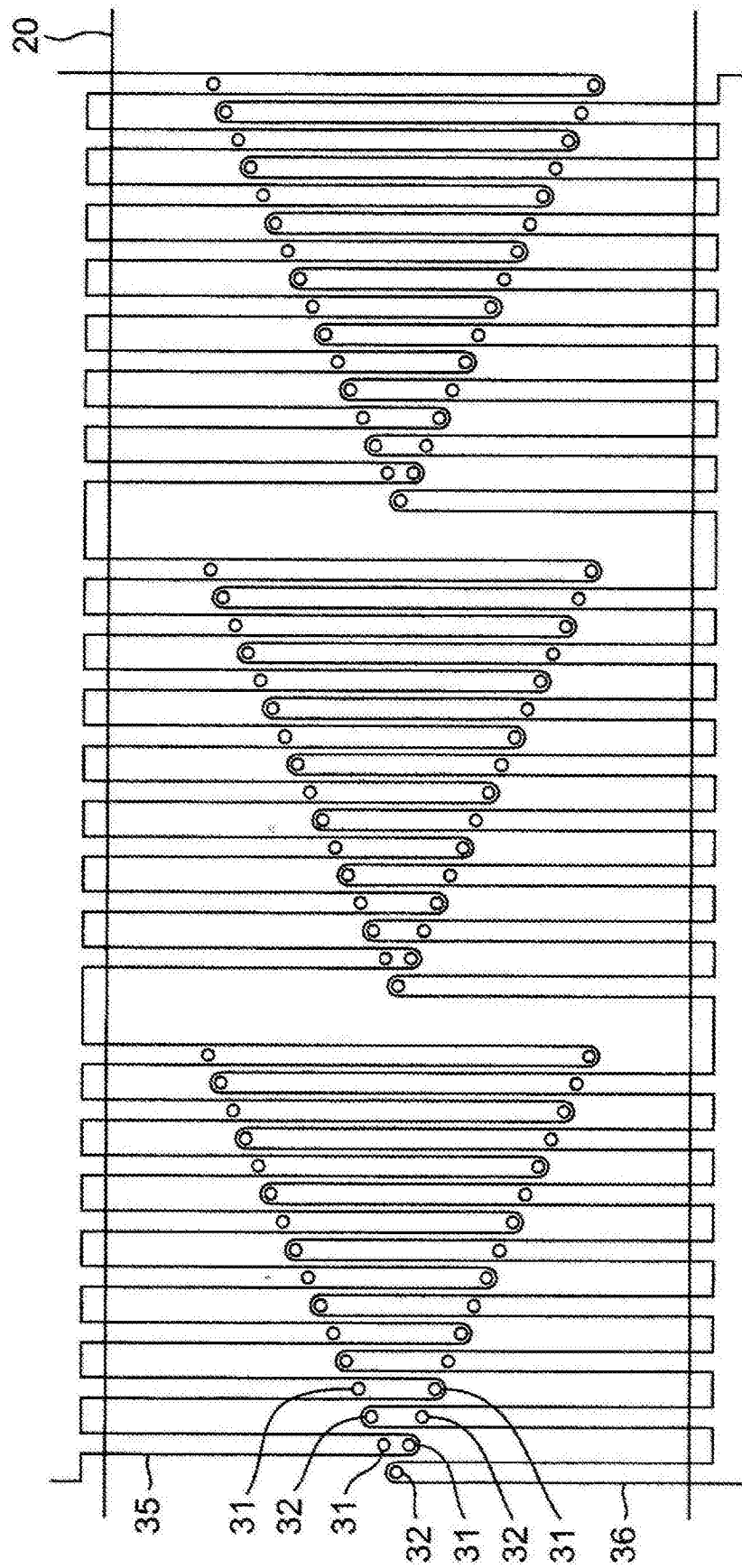


图8

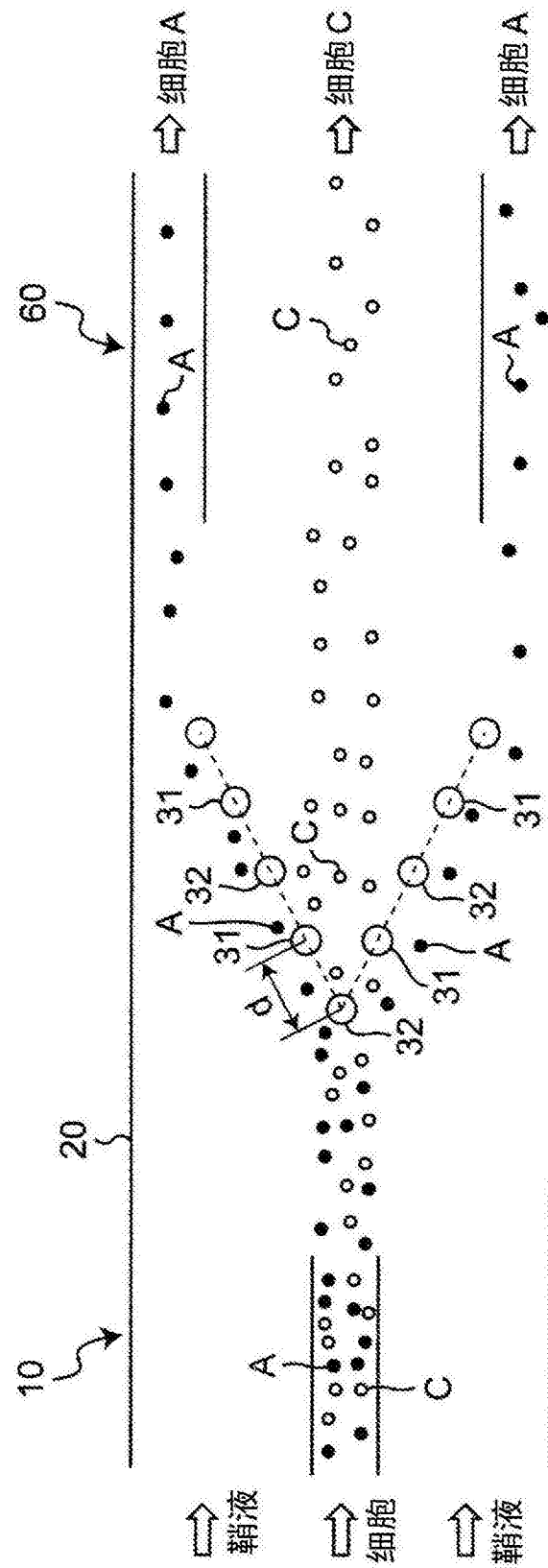


图9

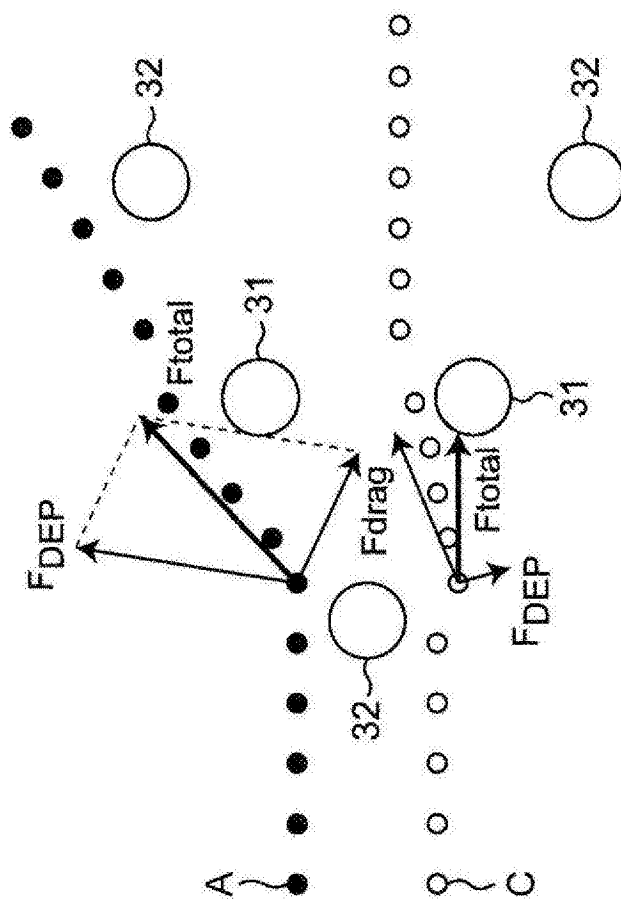


图10

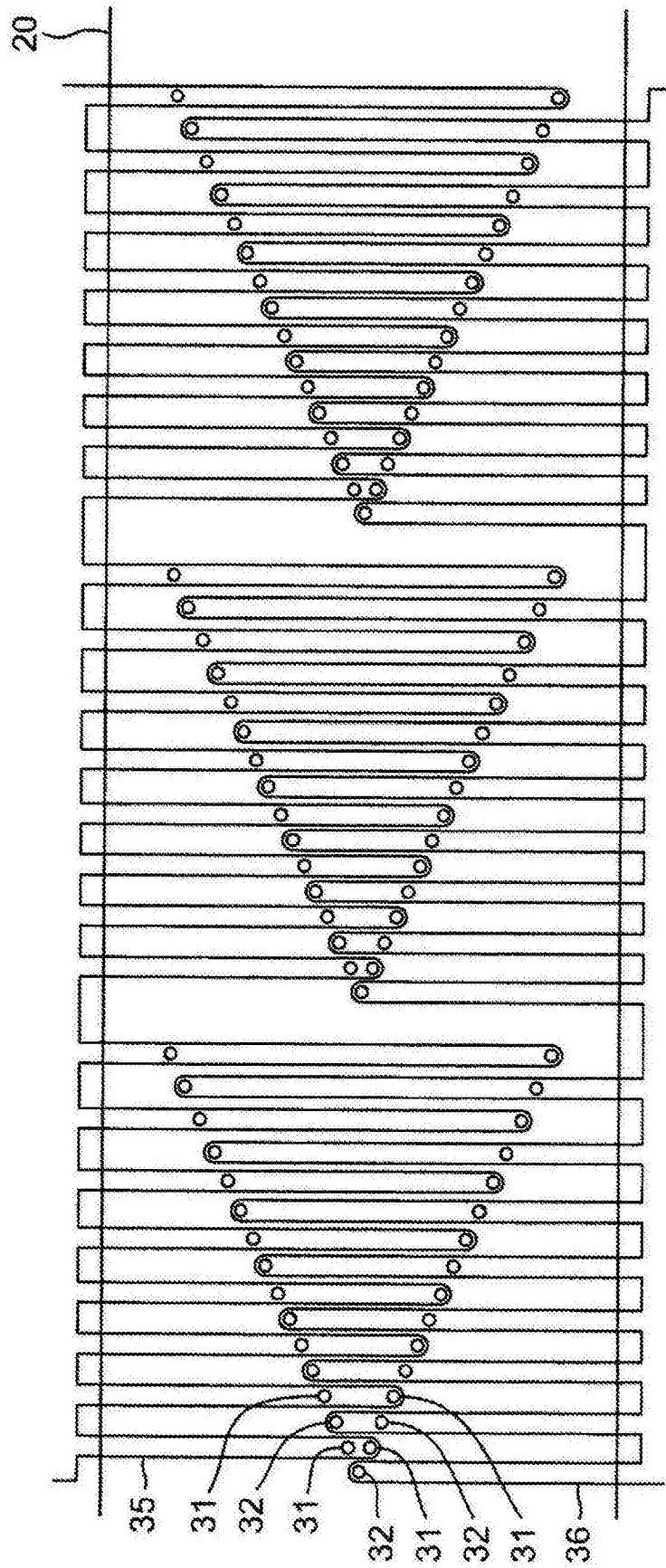


图11

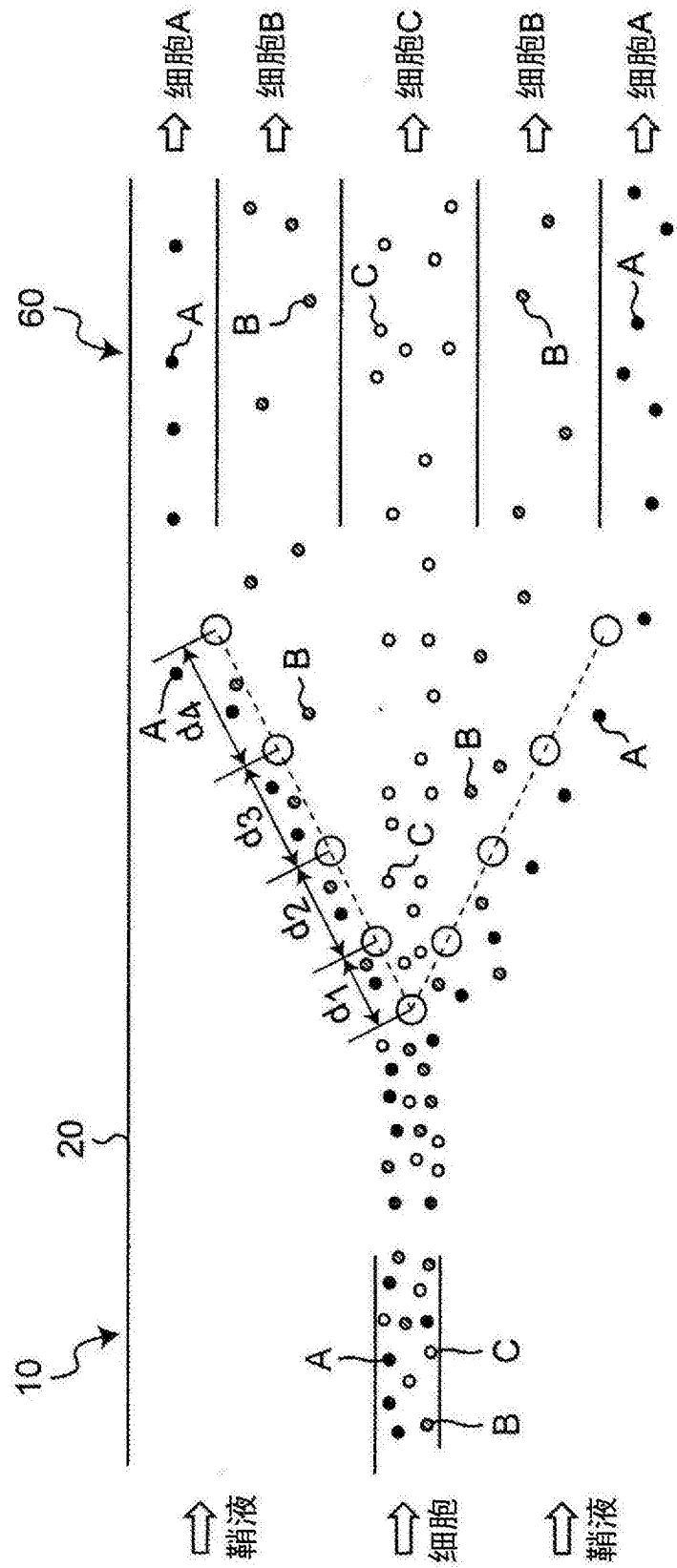


图12