(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 116390795 B
(45)授权公告日 2023.12.05

(21)申请号 202180066993.0

(22)申请日 2021.09.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116390795 A

(43)申请公布日 2023.07.04

(30)优先权数据
PCT/JP2020/037014 2020.09.29 JP
PCT/JP2020/037015 2020.09.29 JP
PCT/JP2020/040886 2020.10.30 JP
PCT/JP2020/040888 2020.10.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.03.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/034434 2021.09.17

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/071002 JA 2022.04.07

(73)专利权人 三菱化工机株式会社
地址 日本神奈川县川崎市

(72)发明人 大森一树

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332
专利代理师 吕琳 朴秀玉

(51)Int.Cl.
B01D 35/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 86104025 A,1987.11.18
JP 2005254118 A,2005.09.22
JP 2008532753 A,2008.08.21
JP H07100302 A,1995.04.18
JP H11300170 A,1999.11.02
JP S59193111 A,1984.11.01
JP S61161108 A,1986.07.21
JP S6271509 A,1987.04.02
JP S63176512 U,1988.11.16
KR 20020073714 A,2002.09.28
US 2004129654 A1,2004.07.08
US 2014088301 A1,2014.03.27
US 2017320018 A1,2017.11.09
WO 2008142868 A1,2008.11.27

审查员 董晓静

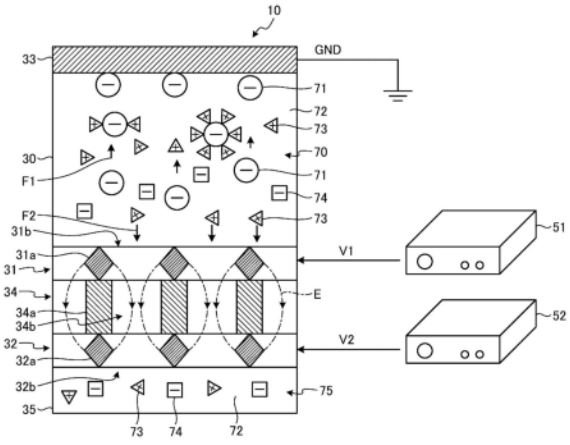
权利要求书3页 说明书39页 附图24页

(54)发明名称

过滤装置和过滤系统

(57)摘要

过滤装置包括:第一电极,设有多个第一开口;第二电极,设有多个第二开口并设为与第一电极的一个面对置;过滤用材料,设有多个网眼并设于第一电极与第二电极之间;滤室,设为与第一电极的另一个面相接,被供给包含分离对象的颗粒和液体的对象处理液;以及第三电极,隔着滤室与第一电极对置。



CN 116390795 B

1.一种过滤装置,包括:

第一电极,设有多个第一开口;

第二电极,设有多个第二开口并被设为与所述第一电极的一个面对置;

过滤用材料,设有多个网眼并设于所述第一电极与所述第二电极之间;

滤室,被设为与所述第一电极的另一个面相接,被供给包含分离对象的颗粒和液体的对象处理液;以及

第三电极,隔着所述滤室与所述第一电极对置,

向所述第一电极供给极性与所述颗粒的极性相同的第一电位,

向所述第二电极供给极性与所述颗粒的极性相同,且绝对值与所述第一电位的绝对值不同的第二电位。

2.根据权利要求1所述的过滤装置,还具有:

第一电源,向所述第一电极供给极性与所述颗粒的极性相同的所述第一电位;以及

第二电源,向所述第二电极供给极性与所述颗粒的极性相同的所述第二电位,

所述第三电极连接于基准电位。

3.根据权利要求1所述的过滤装置,还具有:

第一电源,向所述第一电极供给极性与所述颗粒的极性相同的第一电位;

第二电源,向所述第二电极供给极性与所述颗粒的极性相同的第二电位;以及

第三电源,向所述第三电极供给极性与所述颗粒的极性不同的第三电位。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的过滤装置,其中,

所述网眼的大小比所述第一开口和所述第二开口小。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的过滤装置,还具有:

侧部壳体,具有贯通孔;下部壳体,支承所述侧部壳体;以及上部壳体,被插入至所述侧部壳体的所述贯通孔,

所述第一电极、所述第二电极以及所述过滤用材料的外缘夹在所述侧部壳体与所述下部壳体之间而被固定,

所述第三电极固定于所述上部壳体的与所述下部壳体对置的面,

所述滤室形成于由所述第一电极、所述第二电极以及所述过滤用材料、所述侧部壳体的内壁、所述第三电极包围的空间。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的过滤装置,其中,

所述第三电极旋转。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的过滤装置,其中,

将所述过滤用材料设为第一过滤用材料,将所述滤室设为第一滤室,

所述过滤装置还具有:

第二滤室,被设为与所述第二电极的另一个面相接;

第四电极,在与所述第二电极之间隔着所述第二滤室,设有多个第四开口;

第五电极,设有多个第五开口并被设为与所述第四电极的一个面对置;

第二过滤用材料,设有多个第二网眼并设于所述第四电极与所述第五电极之间;以及

第三滤室,被设为与所述第五电极的另一个面相接,

所述第一电极的第一电位与所述第三电极的第三电位的电位差比所述第一电位与所

述第二电极的第二电位的电位差大，

所述第四电极的第四电位与所述第三电位的电位差比所述第四电位与所述第五电极的第五电位的电位差大，

所述第四电位与所述第三电位的电位差比所述第一电位与所述第三电位的电位差大。

8.根据权利要求7所述的过滤装置，具有：

第六电极，在与所述第五电极之间隔着第三滤室，设有多个第六开口；

第七电极，设有多个第七开口并被设为与所述第六电极的一个面对置；

第三过滤用材料，设有多个第三网眼并设于所述第六电极与所述第七电极之间；以及

第四滤室，被设为与所述第七电极的另一个面相接，

所述第六电极的第六电位与所述第三电位的电位差比所述第六电位与所述第七电极的第七电位的电位差大，

所述第六电位与所述第三电位的电位差比所述第四电位与所述第三电位的电位差大。

9.一种过滤系统，具备如权利要求1至7中任一项所述的过滤装置作为第一过滤装置，还包括第二过滤装置，其中，

所述第二过滤装置具有：

第一电极，设有多个第一开口；

第二电极，设有多个第二开口并被设为与所述第一电极的一个面对置；

过滤用材料，设有多个网眼并设于所述第一电极与所述第二电极之间；

第一滤室，被设为与所述第一电极的另一个面相接；

第三电极，设于所述第一滤室，与所述第一电极对置；以及

第二滤室，被设为与所述第二电极的另一个面相接，

所述第一过滤装置的第二滤室的中间处理液被供给至所述第二过滤装置的第一滤室。

10.根据权利要求9所述的过滤系统，其中，

还具备加压装置，所述加压装置用于向所述第二过滤装置中的第一滤室供给所述第一过滤装置中的第二滤室的中间处理液。

11.根据权利要求9或10所述的过滤系统，其中，

还具备第三过滤装置，

所述第三过滤装置具有：

第一电极，设有多个第一开口；

第二电极，设有多个第二开口并被设为与该第一电极的一个面对置；

过滤用材料，设有多个网眼并设于该第一电极与该第二电极之间；

第一滤室，被设为与该第一电极的另一个面相接；

第三电极，设于该第一滤室，与该第一电极对置；以及

第二滤室，被设为与该第二电极的另一个面相接，

在所述第三过滤装置中，所述第一电极的第一电位与所述第三电极的第三电位的第一电位差比所述第一电位与所述第二电极的第二电位的第二电位差大，

所述第二过滤装置中的第二滤室的中间处理液被供给至所述第三过滤装置中的第一滤室，

所述第三过滤装置的第一电位差比所述第二过滤装置的第一电位差大。

12.一种过滤装置,具有多个过滤单元,其中,

所述过滤单元包括:

第一电极,设有多个第一开口;

第二电极,设有多个第二开口,并且被设为与所述第一电极的一个面对置;

过滤用材料,设有多个网眼,并且设于所述第一电极与所述第二电极之间;

第一滤室,被设为与所述第一电极的另一个面相接;以及

第三电极,设于所述第一滤室,并且与所述第一电极对置,

两个所述过滤单元被配置为沿一个方向排列,所述过滤装置具备设于两个所述第二电极之间的第二滤室。

13.根据权利要求12所述的过滤装置,其中,

在所述第一滤室连接有:供给部,用于供给对象处理液;以及第一排出部,设于与所述供给部不同的位置,用于排出所述对象处理液的一部分。

14.根据权利要求12或13所述的过滤装置,其中,

在所述第二滤室连接有用于排出处于所述第二滤室的滤液的第二排出部。

过滤装置和过滤系统

技术领域

[0001] 本公开涉及过滤装置和过滤系统。

背景技术

[0002] 在颗粒流体系浆料的通过过滤实现的固液分离中,已知一种利用电渗、电泳将分离对象的颗粒与液体进行分离的方法(例如参照专利文献1、2)。利用电渗的固液分离是对夹在电极间的滤饼层施加电压和压力,通过电渗作用使滤饼层中的水分穿过过滤用材料而将其赶出的方法。此外,利用电泳的固液分离是通过电泳使浆料中的颗粒移动而与过滤用材料直接接触来分离浆料中的颗粒的方法。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开昭61－018410号公报

[0006] 专利文献2:国际公开第2004/045748号

发明内容

[0007] 发明所要解决的问题

[0008] 在使浆料中的颗粒与过滤用材料直接接触来进行固液分离的方法中,可能会产生由过滤用材料的堵塞引起的过滤速度的降低。

[0009] 本公开的目的在于提供一种能提高过滤速度的过滤装置和过滤系统。

[0010] 用于解决问题的方案

[0011] 本公开的第一方面的过滤装置包括:第一电极,设有多个第一开口;第二电极,设有多个第二开口并被设为与所述第一电极的一个面对置;过滤用材料,设有多个网眼并设于所述第一电极与所述第二电极之间;滤室,被设为与所述第一电极的另一个面相接,被供给包含分离对象的颗粒和液体的对象处理液;以及第三电极,隔着所述滤室与所述第一电极对置。

[0012] 本公开的第二方面的过滤系统具备第一过滤装置和第二过滤装置,所述第一过滤装置和所述第二过滤装置分别具有:第一电极,设有多个第一开口;第二电极,设有多个第二开口并被设为与所述第一电极的一个面对置;过滤用材料,设有多个网眼并设于所述第一电极与所述第二电极之间;第一滤室,被设为与所述第一电极的另一个面相接;第三电极,设于所述第一滤室,与所述第一电极对置;以及第二滤室,被设为与所述第二电极的另一个面相接,所述第一过滤装置的第二滤室的中间处理液被供给至所述第二过滤装置的第一滤室。

[0013] 本公开的第三方面的过滤装置具有多个过滤单元,所述过滤单元包括:第一电极,设有多个第一开口;第二电极,设有多个第二开口,并且被设为与所述第一电极的一个面对置;过滤用材料,设有多个网眼,并且设于所述第一电极与所述第二电极之间;第一滤室,被设为与所述第一电极的另一个面相接;以及第三电极,设于所述第一滤室,并且与所述第一

电极对置，两个所述过滤单元被配置为沿一个方向排列，所述过滤装置具备设于两个所述第二电极之间的第二滤室。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本公开的过滤装置和过滤系统，过滤速度提高。

附图说明

[0016] 图1是示意性地表示实施方式1的过滤装置的构成例的剖视图。

[0017] 图2是用于对实施方式1的过滤装置的动作进行说明的说明图。

[0018] 图3是示意性地表示第一电极、过滤用材料以及第二电极的构成的剖视图。

[0019] 图4是表示实施方式1的过滤装置的电等效电路图。

[0020] 图5是表示小球藻的固液分离中的滤室内浓缩浓度与过滤速度的关系的曲线图。

[0021] 图6是表示污水活性污泥的固液分离中的滤室内浓缩浓度与过滤速度的关系的曲线图。

[0022] 图7是示意性地表示实施方式2的过滤装置的构成例的剖视图。

[0023] 图8是用于对实施方式2的过滤装置的动作进行说明的说明图。

[0024] 图9是表示实施方式2的过滤装置的电等效电路图。

[0025] 图10是实施方式3的过滤装置的示意图。

[0026] 图11是实施方式3的变形例的过滤装置的示意图。

[0027] 图12A是示意性地表示实施方式4的过滤系统的构成例的剖视图。

[0028] 图12B是示意性地表示实施方式4的过滤系统的构成例的剖视图。

[0029] 图13是示意性地表示实施方式4的第一过滤装置、第二过滤装置以及第三过滤装置的构成例的剖视图。

[0030] 图14是实施方式4的第一过滤装置的示意图。

[0031] 图15是实施方式4的第二过滤装置的示意图。

[0032] 图16是实施方式4的第三过滤装置的示意图。

[0033] 图17是示意性地表示实施方式4的第一变形例的过滤系统的构成例的示意图。

[0034] 图18是示意性地表示实施方式4的第一变形例的过滤系统的构成例的剖视图。

[0035] 图19是示意性地表示实施方式4的第二变形例的过滤系统的构成例的剖视图。

[0036] 图20是实施方式4的第三变形例的第一过滤装置、第二过滤装置以及第三过滤装置的示意图。

[0037] 图21是实施方式5的过滤装置的示意图。

[0038] 图22是示意性地表示实施方式6的过滤装置的构成例的剖视图。

[0039] 图23是示意性地表示实施方式6的第三电极的构成例的俯视图。

具体实施方式

[0040] 以下，参照附图对本公开详细进行说明。需要说明的是，本公开并不被下述的具体实施方式(以下称为实施方式)限定。此外，下述实施方式中的构成要素中包括本领域技术人员容易想到的要素、实质上相同的要素、所谓的等同的范围的要素。而且，在下述实施方式中公开的构成要素可以适当地组合。

[0041] (实施方式1)

[0042] 图1是示意性地表示实施方式1的过滤装置的构成例的剖视图。实施方式1的过滤装置10是从在极性溶剂72中分散有第一颗粒(分离对象的颗粒)71的浆料(原液)70(对象处理液)分离第一颗粒71的装置。具体而言,过滤装置10能应用于生命科学领域、污水处理、排水处理领域等。在生命科学领域,能应用于进行培养细胞、微藻类、细菌、细菌(bacteria)、病毒等微生物体培养的生物产业、作为利用、应用由培养微生物体在体外、体内生产的酶、蛋白质、多糖类、脂质等的领域的生物药物研发、化妆品行业或处理酿造、发酵、榨汁、饮料等的饮料(beverage)产业。在污水处理、排水处理领域,能应用于难过滤性的微细生物质水系浆料中生物质颗粒的分离。或者,过滤装置10能应用于表面带电的微粒在电排斥作用下高度分散的胶体颗粒系浆料中胶体微粒的浓缩回收用途。

[0043] 如图1所示,实施方式1的过滤装置10具有上部壳体11、盖部12、侧部壳体13、下部壳体14以及导体15。过滤装置10还在由上部壳体11、侧部壳体13以及下部壳体14包围的内部空间具有第一滤室30、第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34(参照图2)。过滤装置10还具有电连接于第一电极31和第二电极32的第一电源51和第二电源52。

[0044] 具体而言,上部壳体11是由绝缘材料形成的圆柱状的构件。侧部壳体13是由绝缘材料形成并具有贯通孔的环状的构件。上部壳体11的下端侧的一部分被插入至侧部壳体13的贯通孔。下部壳体14由绝缘材料形成,支承侧部壳体13。盖部12被设为覆盖上部壳体11的上表面。

[0045] 第一电极31、第二电极32以及过滤用材料34(参照图2)的外缘夹在侧部壳体13与下部壳体14之间而被固定。第三电极33由螺栓等连接构件(未图示)固定于上部壳体11的下表面(与下部壳体14对置的面),位于侧部壳体13的贯通孔的内部。此外,导体15是被设为包围侧部壳体13的周围的环状的构件,设于侧部壳体13与下部壳体14之间。导体15的下端侧与第一电极31的外缘连接。需要说明的是,上部壳体11和导体15虽然采用了环状的构件,但不限定于此,也可以采用多边形状等其他的形状。

[0046] 上部壳体11与侧部壳体13由引导部21a固定。此外,侧部壳体13、下部壳体14以及导体15由螺栓21b、21c固定。由此,各壳体的位置被固定,第一滤室30形成于由第一电极31、第二电极32以及过滤用材料34、侧部壳体13的内壁、第三电极33包围的空间。此外,在各壳体间和各电极间的连接部分分别设有O形环等密封构件,从而第一滤室30被设为密闭。此外,上部壳体11被设为与下部壳体14的距离能调整。由此,过滤装置10能根据浆料(原液)70(以下有时也称为对象处理液)的种类、量适当地设定第一滤室30的体积。

[0047] 在上部壳体11设有浆料供给通路11a、排气通路11b以及贯通孔11c。浆料供给通路11a的一端侧在上部壳体11的侧面开口,连接于浆料供给部16。浆料供给通路11a的另一端侧在上部壳体11的下表面开口,被设为与第三电极33的贯通孔33a相连。浆料供给阀17具有设于浆料供给通路11a的内部的棒状构件17a,能通过棒状构件17a在浆料供给通路11a内沿上下方向移动来切换贯通孔33a的开闭状态。

[0048] 由此,例如,在通过浆料供给阀17的动作而使贯通孔33a为开放状态的情况下,浆料(原液)70经由浆料供给部16、浆料供给通路11a、第三电极33的贯通孔33a被供给至第一滤室30。此外,在通过浆料供给阀17关闭了贯通孔33a的状态的情况下,停止浆料(原液)70向第一滤室30的供给。

[0049] 排气通路11b的一端侧在上部壳体11的侧面开口，连接于空气排出部18。排气通路11b的另一端侧在上部壳体11的下表面开口，被设为与第三电极33的贯通孔33b相连。空气排出用的阀19具有设于排气通路11b的内部的棒状构件19a，能通过棒状构件19a在排气通路11b内沿上下方向移动而将其顶端插拔于贯通孔33b来切换贯通孔33b的开闭状态。

[0050] 在向第一滤室30供给浆料(原液)70时，空气排出用的阀19使贯通孔33b为开放状态。由此，第一滤室30内的空气经由贯通孔33b、排气通路11b以及空气排出部18被排出到外部。在空气排出部18连接有空气排出阀18a。空气排出阀18a例如是浮子阀，被设为当第一滤室30内的规定量的空气被排出时，关闭空气排出阀18a。在第一滤室30内的排气完成后，空气排出用的阀19关闭贯通孔33b。由此，通过外部的加压泵等经由浆料供给部16对填充于第一滤室30内的浆料(原液)70施加规定的压力(P)。在此，规定的压力是指内部的加压例如设为0.005Mpa至0.5MPa，优选设为0.01MPa至0.2MPa，更优选设为0.05MPa至0.2MPa为好。

[0051] 贯通孔11c的一端侧在上部壳体11的上表面开口。贯通孔11c的另一端侧在上部壳体11的下表面开口，被设为与第三电极33的凹部33c相连。连接导体56被插入至贯通孔11c，连接导体56与第三电极33在凹部33c连接。由此，第三电极33经由连接导体56与基准电位GND电连接。基准电位GND例如是接地电位。不过，不限定于此，基准电位GND也可以是与接地电位不同的规定的固定的电位。

[0052] 第一电极31经由导体15和连接导体54与第一电源51的第二端子51b电连接。此外，第一电极31经由导体15和连接导体55a与第二电源52的第一端子52a电连接。

[0053] 在下部壳体14设有凹状的第二滤室35、贯通孔14a、14b以及连接孔14c。第二滤室35设于下部壳体14的上表面中与第一滤室30重叠的位置。贯通孔14a将第二滤室35与排出部22相连。供给至第一滤室30的浆料(原液)70通过各电极的驱动而将第一颗粒71分离，被分离出第一颗粒71的极性溶剂72(滤液75)穿过第一电极31、过滤用材料34(参照图2)以及第二电极32流向第二滤室35。包含被分离出第一颗粒71的极性溶剂72的滤液75从第二滤室35的排出部22经由贯通孔14b而蓄于外部的储留箱。

[0054] 连接孔14c的一端侧在下部壳体14的上表面开口，第二电极32的外缘被设为覆盖连接孔14c的开口部14d。此外，连接孔14c的另一端侧在下部壳体14的侧面开口。连接导体55b被插入至连接孔14c，连接导体55b与第二电极32连接。由此，第二电极32与第二电源52的第二端子52b电连接。

[0055] 需要说明的是，图1所示的过滤装置10的构成只不过是一个例子，只要能形成由第一电极31、第二电极32以及过滤用材料34(参照图2)、第三电极33夹着的第一滤室30，则可以是任何构成。第一电极31、第二电极32以及第三电极33例如使用钛合金、铝阳极化处理过的铝合金等，但不限定于这些。

[0056] 接着，参照图2至图4，对过滤装置10的动作进行说明。图2是用于对实施方式1的过滤装置的动作进行说明的说明图。在图2中，为了便于理解说明，示意性地示出第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34与第一滤室30和第二滤室35的配置关系。

[0057] 如图2所示，第一电极31和第二电极32例如是具有开口的网状的电极。具体而言，第一电极31具有多个导电细线31a，在多个导电细线31a之间设有多个第一开口31b。第二电极32具有多个导电细线32a，在多个导电细线32a之间设有多个第二开口32b。第二电极32被设为隔着过滤用材料34与第一电极31的一个面(下表面)对置。换言之，过滤用材料34设于

第一电极31与第二电极32之间。第一电极31和第二电极32被设为与过滤用材料34直接相接。多个导电细线31a和多个导电细线32a既可以是金属，也可以是碳纤维。需要说明的是，第一电极31和第二电极32不限定于与过滤用材料34直接相接的构成，也可以被配置为在与过滤用材料34之间具有间隙。

[0058] 过滤用材料34形成为在过滤膜34a设有多个网眼34b。过滤用材料34例如使用微滤膜(MF膜(Microfiltration Membrane))、超滤膜(UF膜(Ultrafiltration Membrane))等。在实施方式1中，过滤用材料34由树脂材料等绝缘材料形成。需要说明的是，在图2中，第一电极31的第一开口31b、第二电极32的第二开口32b以及过滤用材料34的网眼34b以相同的大小示出，但只不过是为了说明而示意性地示出，第一开口31b、第二开口32b以及网眼34b的大小也可以不同。

[0059] 图3是示意性地表示第一电极、过滤用材料以及第二电极的构成的剖视图。如图3所示，设于过滤用材料34的网眼34b的直径D3比第一电极31的第一开口31b的直径D1小，并且比第二电极32的第二开口32b的直径D2小。换言之，多个导电细线31a的配置间距、多个导电细线32a的配置间距以及过滤膜34a的配置间距被设为互不相同。例如，第一电极31的第一开口31b的直径D1为0.5μm以上且500μm以下，例如为70μm左右。第二电极32的第二开口32b的直径D2为0.5μm以上且1000μm以下，例如为100μm左右。设于过滤用材料34的多个网眼34b的直径D3为0.1μm以上且100μm以下，更优选为1μm以上且7μm以下左右。

[0060] 此外，第一电极31的第一开口31b的直径D1比第二电极32的第二开口32b的直径D2小。不过，不限定于此，第一电极31的第一开口31b的直径D1也可以形成为与第二电极32的第二开口32b的直径D2相同的大小。根据这样的构成，过滤用材料34的网眼34b被设为至少在与第一开口31b和第二开口32b重叠的区域，与多个导电细线31a和多个导电细线32a不重叠。此外，第一电极31与第二电极32之间的距离由过滤用材料34的厚度规定。

[0061] 返回图2，第三电极33是板状的构件，被设为隔着第一滤室30与第一电极31的另一个面(上表面)对置。需要说明的是，在图2中，第三电极33的贯通孔33a、33b以及凹部33c(参照图1)省略图示。

[0062] 第一滤室30被设为与第一电极31的另一个面(上表面)相接。向第一滤室30供给如上所述那样包含分离对象的第一颗粒71和极性溶剂72的浆料(原液)70。第一颗粒71例如是生物质颗粒、胶体颗粒，颗粒表面带负电。具体而言，第一颗粒71是小球藻、微藻类螺旋藻、胶体二氧化硅、大肠杆菌、污水活性污泥等。第一颗粒71的直径根据所应用的技术领域、分离对象的种类而不同，为5nm以上且2000μm以下，例如为20nm以上且500μm以下左右。

[0063] 分散第一颗粒71的极性溶剂72是水，水分子73带正电。由此，浆料(原液)70整体呈电平衡状态。极性溶剂72不限于水，例如也可以是酒精等。就是说，极性溶剂72是极性溶剂即可。

[0064] 此外，如图2所示，浆料(原液)70例如包含色素蛋白质等第二颗粒74。第二颗粒74带与第一颗粒71相同的极性(负)的电，具有小于第一颗粒71的粒径。第二颗粒74例如为10nm以上且300nm以下，例如为30nm左右。需要说明的是，在浆料70中也有时不存在第二颗粒74。

[0065] 第一电源51向第一电极31供给极性与第一颗粒71的极性相同的第一电位V1。第一电位V1例如是－60V。第二电源52向第二电极32供给极性与第一颗粒71的极性相同，且绝对

值比第一电位V1的绝对值大的第二电位V2。第二电位V2例如是－70V。第三电极33连接于基准电位GND。如上所述，基准电位GND是接地电位，理想的是0V。需要说明的是，供给至第三电极33的基准电位GND不限定为0V，也可以是规定的固定的电位。第一电位V1和第二电位V2可以在绝对值为1mV以上且1000V以下的范围进行设定。

[0066] 图4是表示实施方式1的过滤装置的电等效电路图。如图4所示，第一电源51为恒定电压源，第二电源52为恒定电流源。在第一电极31与第二电极32之间并联连接有电阻成分R1和电容成分C。电阻成分R1和电容成分C是由设有许多网眼34b的过滤用材料34等效地表示的成分。此外，在第一电极31与第三电极33之间连接有电阻成分R2。电阻成分R2是由第一滤室30的浆料(原液)70等效地表示的电阻成分。

[0067] 第二电源52既可以是恒定电压电源，也可以是恒定电流电源。在本实施方式1中，第二电源52是恒定电流源，因此，第二电位V2根据过滤装置10的过滤的状态，即根据过滤用材料34的电阻成分R1和第一滤室30的电阻成分R2的变动而发生变化。不过，第二电位V2维持极性与第一颗粒71的极性相同，且比第一电位V1的绝对值大的值。

[0068] 返回图2，当浆料(原液)70被供给至第一滤室30时，基于库仑定律，在带负电的第一颗粒71与第一电极31之间产生斥力。

[0069] 在此，库仑定律由下述的算式(1)表示。

[0070] $F=k\times(q1\times q2/s^2)\cdots\cdots(1)$

[0071] 在此，k为常数，由$k=4\pi\varepsilon$表示。q1和q2为电荷，s为电荷间的距离。即，距离s越小，对第一颗粒71作用越大的库仑力F。具体而言，对带负电的离第一电极31近的位置的第一颗粒71产生更强力的斥力。对带负电的第一颗粒71产生的斥力F1作用于箭头所示的方向，即远离第一电极31而接近第三电极33的方向。带负电的第一颗粒71通过电泳向第三电极33侧移动。

[0072] 由此，过滤装置10能抑制第一颗粒71堆积在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面而形成滤饼层。就是说，能抑制过滤用材料34的网眼34b的过滤阻力增大。

[0073] 此外，带正电的水分子73在与第一电极31之间产生引力。作用于带正电的水分子73的引力F2作用于箭头所示的方向，即从第三电极33朝向第一电极31的方向。带正电的水分子73向第一电极31侧移动。此时，通过第一电极31与第二电极32之间的电位差以在厚度方向上贯通过滤用材料34的方式形成从第一电极31朝向第二电极32的势垒(barrier)电场(电场势垒的电场E)(图2中为单点划线)。

[0074] 移动至第一电极31侧的水分子73通过电场受力，被向第二电极32侧拉拽从而穿过过滤用材料34。随着水分子73的移动，周围的水分子73也被拉向第二电极32侧而形成电渗流。由此，包含带正电的水分子73的极性溶剂72(滤液75)流向第二滤室35。如上所述，第一颗粒71通过电泳被拉离第一电极31，被分离出第一颗粒71的极性溶剂72(滤液75)被排出，由此能提高第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓度。

[0075] 如此，过滤装置10能通过将在第一电极31与第三电极33之间利用库仑力F(在第一颗粒71与第一电极31之间产生的斥力)使第一颗粒71移动的电泳与利用第一电极31与第二电极32之间的电场使水分子73移动而穿过过滤用材料34的电渗组合来将浆料(原液)70的第一颗粒71分离。此外，第一电极31兼用作电泳的电极和电渗的电极。由此，与单纯对浆料(原液)70施加压力来分离粒径比过滤用材料34的网眼34b大的第一颗粒71的方法相比，能

抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。

[0076] 其结果是，根据本电场过滤分离技术，与单纯对浆料(原液)70施加压力的方法相比，能提高在第一滤室30内的浆料(原液)70的带正电的第一颗粒71的浓缩度。此外，抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层，因此，能减少过滤用材料34的清扫、更换的频度，能高效地进行浆料(原液)70的过滤。或者，与单纯对浆料(原液)70施加压力来进行过滤的情况相比，即使减小第一滤室30的体积，减小过滤用材料34的面积，也能实现与单纯对浆料(原液)70施加压力的情况相同程度的过滤速度。即，过滤装置10能谋求小型化。

[0077] 需要说明的是，在第一滤室30内提高了第一颗粒71的浓度的浓缩浆料从第一滤室30另行适当地排出。

[0078] 此外，通过控制在第一电极31与第二电极32之间形成的电场，也能控制穿过过滤用材料34的颗粒水平(粒径)。例如，通过对第一电极31施加第一电位V1＝－60V并对第二电极32施加第二电位V2＝－70V来在第一电极31与第二电极32之间形成势垒电场E(参照图2)，能抑制粒径比过滤用材料34的网眼34b小的第二颗粒74穿过过滤用材料34。

[0079] 就是说，即使在使用了相当于微滤膜(MF膜(Microfiltration Membrane))的过滤用材料34的情况下，也能通过第一电源51、第二电源52以及基准电位GND的各电极间的电场控制变更分离对象的粒径，直至与超滤膜(UF膜)或纳滤膜(NF膜)相当。超滤膜(UF膜)是开口的直径为10nm以上且100nm以下左右的过滤膜。纳滤膜(NF膜)是开口的直径为1nm以上且10nm以下左右的过滤膜。

[0080] 需要说明的是，上述的过滤装置10的构成只不过是一个例子，可以适当地变更。例如，层叠第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而形成的负极滤板与第三电极33呈平行平板状对置配置。不限定于此，层叠第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而形成的负极滤板和第三电极33也可以分别形成为具有曲面。负极滤板和第三电极33的形状、配置可以根据过滤装置10的形状、构造适当地变更。此外，作为供给至第一滤室30的对象处理液的浆料(原液)70的浓度不被特别限定，可以根据应用过滤装置10的领域来变更。

[0081] 在实施方式1中，第一滤室30的内部压力被加压，比第二滤室35的内部压力大。作为其他的方案，也可以设为通过抽真空等对第二滤室35的内部压力进行负压，由此使第一滤室30的内部压力相对大于第二滤室35的内部压力。

[0082] 此外，优选的是，第一电位V1和第二电位V2根据分离对象的第一颗粒71的种类、所要求的过滤特性适当地变更。

[0083] 图5是表示小球藻的固液分离中的滤室内浓缩浓度与过滤速度的关系的曲线图。图5中，符号黑圆表示实施例1，符号黑方形表示实施例2，符号白三角表示比较例1，符号白方形表示比较例2。

[0084] 在图5所示的曲线图1中，横轴为滤室内浓缩浓度(wt％)，纵轴为过滤速度(a.u.)。过滤速度是每单位时间的能穿过过滤用材料34的极性溶剂72(滤液75)的量(重量)，在图5中示出以比较例1的过滤速度A3进行了归一化的值。滤室内浓缩浓度表示第一滤室30中的第一颗粒71相对于作为浆料(原液)70的小球藻培养液的质量百分比浓度。

[0085] 在图5所示的曲线图1中，分离对象的第一颗粒71为小球藻，带负电，粒径例如为2μm以上且10μm以下左右。实施例1、2表示如上所述那样对第一电极31施加第一电位V1＝－

60V,对第二电极32施加第二电位V2＝－70V,将第三电极33设为基准电位GND的情况。在实施例1中,对第一滤室30内的浆料(原液)70施加0.1MPa的压力。在实施例2中,对第一滤室30内的浆料(原液)70施加0.02MPa的压力。即,在实施例2中,以比实施例1小的加压实施浆料(原液)70的过滤。

[0086] 在比较例1中,不向第一电极31和第二电极32分别供给第一电位V1和第二电位V2,仅以0.1MPa的加压实施浆料(原液)70的过滤。在比较例2中,对第一电极31施加第一电位V1＝－60V,不对第二电极32施加第二电位V2。

[0087] 此外,在比较例2中,进行0.1MPa的加压。即,在比较例2中,进行在第一电极31与第三电极33之间的电泳,不进行在第一电极31与第二电极32之间的电渗。

[0088] 如图5所示,实施例1、2以及比较例1、2都示出随着滤室内浓缩浓度变大,过滤速度变小的倾向。例如,示出在对浆料(原液)70进行浓缩直至滤室内浓缩浓度为7wt％的情况下,与比较例1的过滤速度A3相比,实施例1中的过滤速度A1为13.6倍。同样,示出与比较例1的过滤速度A3相比,实施例2中的过滤速度A2为3.9倍。

[0089] 另一方面,与比较例1的过滤速度A3相比,比较例2中的过滤速度A4减小到0.16倍。即示出在如比较例2那样向第一电极31供给第一电位V1,仅进行电泳,在第一电极31与第二电极32之间不进行电渗的情况下,无法良好地过滤。

[0090] 此外,如图5所示,与比较例1、2相比,在实施例1、2中,能使滤室内浓缩浓度进一步变大。在比较例1中,滤室内浓缩浓度最大为11wt％左右,与之相对,在实施例1中,示出滤室内浓缩浓度能浓缩至16wt％以上。如上所述,示出与比较例1、2相比,在将电泳与电渗组合来进行第一颗粒71的分离的实施例1、2中,能提高过滤速度,并且能提高最大滤室内浓缩浓度。

[0091] 图6是表示污水活性污泥的固液分离中的滤室内浓缩浓度与过滤速度的关系的曲线图。在图6所示的曲线图2中,分离对象的带负电的第一颗粒71为污水活性污泥中所包含的微细生物质颗粒。此外,图6所示的曲线图2的纵轴表示以比较例3的过滤速度B4进行了归一化的过滤速度。图6中,符号黑圆表示实施例3,符号黑方形表示实施例4,符号白三角表示实施例5,符号白方形表示比较例3。

[0092] 在实施例3中,对第一电极31施加第一电位V1＝－60V,在第一电极31与第二电极32之间流动恒定电流0.3A。

[0093] 在实施例4中,对第一电极31施加第一电位V1＝－60V,在第一电极31与第二电极32之间流动恒定电流0.225A。

[0094] 在实施例5中,对第一电极31施加第一电位V1＝－60V,在第一电极31与第二电极32之间流动恒定电流0.15A。就是说,施加于第二电极32的第二电位V2的绝对值按实施例3、实施例4、实施例5的顺序变小。

[0095] 在比较例3中,不向第一电极31和第二电极32供给第一电位V1和第二电位V2,仅以0.1MPa的加压实施浆料(原液)70的过滤。此外,在图6的曲线图2中,双点划线C1表示作为比较的通过膜分离活性污泥法进行过滤的情况下的最大浓缩浓度即1wt％。此外,双点划线C2表示作为比较的通过由离心分离机等进行的机械浓缩法进行过滤的情况下的最大浓缩浓度即3.5wt％。

[0096] 例如,示出在对作为浆料(原液)70的活性污泥进行浓缩直至滤室内的第一颗粒

(微细生物质颗粒)71的浓缩浓度成为2.5wt％的情况下，与比较例3的过滤速度B4相比，实施例3中的过滤速度B1为15.7倍。同样，示出与比较例3的过滤速度B4相比，实施例4中的过滤速度B2为9.6倍。示出与比较例3的过滤速度B4相比，实施例5中的过滤速度B3为5.9倍。

[0097] 此外，如图6所示，在实施例3至实施例5中，均能大幅超过通过膜分离活性污泥法进行过滤的情况下的最大浓缩浓度1wt％和通过机械浓缩法进行过滤的情况下的最大浓缩浓度3.5wt％地对作为浆料(原液)70的活性污泥进行浓缩。示出在实施例3中，能浓缩至滤室内浓缩浓度为6.5wt％以上，在实施例4、5中，能浓缩至滤室内浓缩浓度为5wt％左右。

[0098] 如以上说明的那样，本实施方式1的过滤装置10具有：第一电极31，设有多个第一开口31b；第二电极32，设有多个第二开口32b并被设为与第一电极31的一个面对置；过滤用材料34，设有多个网眼34b并设于第一电极31与第二电极32之间；第一滤室30，被设为与第一电极31的另一个面相接，被供给包含分离对象的第一颗粒71和极性溶剂72的浆料(原液)70(对象处理液)；第三电极33，隔着第一滤室30与第一电极31对置；第一电源51，向第一电极31供给极性与第一颗粒71的极性相同的第一电位V1；以及第二电源52，向第二电极32供给极性与第一颗粒71的极性相同的第二电位V2。第三电极33连接于基准电位GND。

[0099] 据此，在过滤装置10中，利用在第一电极31与第一颗粒71之间产生的斥力(库仑力F)使第一颗粒71通过电泳流沿远离第一电极31的方向移动。通过这样的电泳，能抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层。此外，通过利用第一电极31与第二电极32之间的电场使水分子73移动而穿过过滤用材料34的电渗，能将第一颗粒71分离，能提高在第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓缩度。由此，与单纯对浆料(原液)70施加压力来分离粒径比过滤用材料34的网眼34b大的第一颗粒71的方法相比，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。此外，由于第三电极33连接于基准电位GND，因此，与分别对第一电极31、第二电极32、第三电极33设置电源的情况相比，能谋求过滤装置10的小型化。

[0100] 此外，在过滤装置10中，第二电位V2的绝对值比第一电位V1的绝对值大，第一电位V1与基准电位GND的电位差比第一电位V1与第二电位V2的电位差大。

[0101] 据此，即使在隔着过滤用材料34对置的第一电极31与第三电极33的距离比第一电极31与第二电极32的距离大的情况下，也能通过电泳使第一颗粒71良好地沿远离第一电极31的方向移动。

[0102] 此外，在过滤装置10中，在与第一电极31的表面垂直的方向上，按第二电极32、过滤用材料34、第一电极31、第一滤室30、第三电极33的顺序层叠，第一电极31与第二电极32之间的距离比第一电极31与第三电极33之间的距离小。

[0103] 据此，能提高在第一电极31与第二电极32之间形成的电场强度，能通过电渗使水分子73移动而良好地穿过第一电极31与第二电极32之间的过滤用材料34。

[0104] 此外，在过滤装置10中，第一电源51为恒定电压源，第二电源52为恒定电流源。

[0105] 据此，能通过由第一电源51供给的第一电位V1来规定在第一电极31与第一颗粒71之间产生的库仑力F。此外，通过由第一电源51供给的第一电位V1和由第二电源52供给的电流来规定在第一电极31与第二电极32之间形成的电场强度，从而能良好地进行电渗。

[0106] 此外，在过滤装置10中，网眼34b的大小(直径D3)比第一开口31b的直径D1和第二开口32b的直径D2小。

[0107] 据此，过滤用材料34的网眼34b被设为至少在与第一开口31b和第二开口32b重叠

的区域，与第一电极31和第二电极32的导电细线31a、32a不重叠。由此，水分子73能通过电渗良好地穿过过滤用材料34的网眼34b。

[0108] (实施方式2)

[0109] 图7是示意性地表示实施方式2的过滤装置的构成例的剖视图。图8是用于对实施方式2的过滤装置的动作进行说明的说明图。需要说明的是，对与在上述的实施方式中进行了说明的构成要素相同的构成要素标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0110] 如图7所示，实施方式2的过滤装置10具有上部壳体11、盖部12、侧部壳体13、下部壳体14以及导体15。过滤装置10还在由上部壳体11、侧部壳体13以及下部壳体14包围的内部空间具有第一滤室30、第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34(参照图8)。过滤装置10还具有电连接于第一电极31、第二电极32以及第三电极33的第一电源51、第二电源52以及第三电源53。

[0111] 贯通孔11c的一端侧在上部壳体11的上表面开口。贯通孔11c的另一端侧在上部壳体11的下表面开口，被设为与第三电极33的凹部33c相连。连接导体56被插入至贯通孔11c，连接导体56与第三电极33在凹部33c连接。由此，第三电极33经由连接导体56与第三电源53的第一端子53a电连接。

[0112] 第一电极31经由导体15和连接导体54与第一电源51的第二端子51b电连接。此外，第一电极31经由导体15和连接导体55a与第二电源52的第一端子52a电连接。第三电源53的第二端子53b和第一电源51的第一端子51a连接于基准电位GND。基准电位GND例如是接地电位。不过，不限定于此，基准电位GND也可以是规定的固定的电位。

[0113] 图9是表示实施方式2的过滤装置的电等效电路图。如图9所示，第一电源51和第三电源53为恒定电压源，第二电源52为恒定电流源。在第一电极31与第二电极32之间并联连接有电阻成分R1和电容成分C。电阻成分R1和电容成分C是由设有许多网眼34b的过滤用材料34等效地表示的成分。此外，在第一电极31与第三电极33之间连接有电阻成分R2。电阻成分R2是由第一滤室30的浆料(原液)70等效地表示的电阻成分。

[0114] 第二电源52既可以是恒定电压电源，也可以是恒定电流电源。在实施方式2中，第二电源52是恒定电流源，因此，第二电位V2根据过滤装置10的过滤的状态，即根据过滤用材料34的电阻成分R1和第一滤室30的电阻成分R2的变动而发生变化。不过，第二电位V2维持极性与第一颗粒71的极性相同，且比第一电位V1的绝对值大的值。

[0115] 返回图8，当浆料(原液)70被供给至第一滤室30时，基于上述的算式(1)所示的库仑定律，在带负电的第一颗粒71与第一电极31之间产生斥力。此外，在带负电的第一颗粒71与第三电极33之间产生引力。

[0116] 具体而言，对离第一电极31近的位置的第一颗粒71产生更强力的斥力(f1)，对离第三电极33近的位置的第一颗粒71产生更强力的引力(f2)。对带负电的第一颗粒71产生的斥力(f1)和引力(f2)的矢量的总和F3作用于箭头所示的方向，即远离第一电极31而接近第三电极33的方向。带负电的第一颗粒71通过电泳向第三电极33侧移动。

[0117] 由此，过滤装置10能抑制第一颗粒71堆积在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面而形成滤饼层。就是说，能抑制过滤用材料34的网眼34b的过滤阻力增大。

[0118] 此外，带正电的水分子73在与第一电极31之间产生引力。作用于带正电的水分子73的引力F2作用于箭头所示的方向，即从第三电极33朝向第一电极31的方向。带正电的水

分子73向第一电极31侧移动。此时，通过第一电极31与第二电极32之间的电位差以在厚度方向上贯通过滤用材料34的方式形成从第一电极31朝向第二电极32的电场。

[0119] 移动至第一电极31侧的水分子73通过电场受力，被向第二电极32侧拉拽从而穿过过滤用材料34。随着带正电的水分子73的移动，不带电的水分子也被拉向第二电极32侧而形成电渗流。由此，包含带正电的水分子73的极性溶剂72(滤液75)流向第二滤室35。如上所述，第一颗粒71通过电泳被拉离第一电极31而向第三电极33侧移动，被分离出第一颗粒71的极性溶剂72(滤液75)向第二滤室35侧排出，由此能提高第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓度。

[0120] 如此，过滤装置10能通过将在第一电极31与第三电极33之间利用库仑力F(在第一颗粒71与第一电极31之间产生的斥力)使第一颗粒71移动的电泳与利用第一电极31与第二电极32之间的电场使水分子73移动而穿过过滤用材料34的电渗组合来将第一颗粒71分离。此外，第一电极31兼用作电泳的电极和电渗的电极。由此，与单纯对浆料(原液)70施加压力来分离粒径比过滤用材料34的网眼34b大的第一颗粒71的方法相比，能抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。

[0121] 其结果是，与单纯对浆料(原液)70施加压力的方法相比，能提高在第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓缩度。此外，抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成第一颗粒71的滤饼层，因此，能减少过滤用材料34的清扫、更换的频度，能高效地进行浆料(原液)70的过滤。或者，与单纯对浆料(原液)70施加压力来进行过滤的情况相比，即使减小第一滤室30的体积，减小过滤用材料34的面积，也能实现与单纯对浆料(原液)70施加压力的情况相同程度的过滤速度。即，过滤装置10能谋求小型化。

[0122] 此外，通过控制在第一电极31与第二电极32之间形成的电场E，也能控制穿过过滤用材料34的颗粒水平(粒径)。例如，通过对第一电极31施加第一电位V1＝－30V并对第二电极32施加第二电位V2＝－40V来在第一电极31与第二电极32之间形成势垒电场，能抑制粒径(5nm以上且2000μm以下)比过滤用材料34的网眼(0.1μm以上且100μm以下)34b小的第二颗粒74穿过过滤用材料34。

[0123] 就是说，即使在使用了相当于微滤膜(MF膜)的过滤用材料34的情况下，也能通过第一电源51、第二电源52以及第三电源53的各电极间的电场控制变更分离对象的粒径，直至与超滤膜(UF膜)或纳滤膜(NF膜)相当。超滤膜(UF膜)是开口的直径为10nm以上且100nm以下左右的过滤膜。纳滤膜(NF膜)是开口的直径为1nm以上且10nm以下左右的过滤膜。

[0124] 需要说明的是，上述的过滤装置10的构成只不过是一个例子，可以适当地变更。例如，层叠第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而形成的负极滤板与第三电极33呈平行平板状对置配置。不限定于此，层叠第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而形成的负极滤板和第三电极33也可以分别形成为具有曲面。负极滤板和第三电极33的形状、配置可以根据过滤装置10的形状、构造适当地变更。此外，作为供给至第一滤室30的对象处理液的浆料(原液)70的浓度不被特别限定，可以根据应用过滤装置10的领域来变更。

[0125] 在实施方式2中，第一滤室30的内部压力被加压，比第二滤室35的内部压力大。作为其他的方案，也可以设为通过抽真空等对第二滤室35的内部压力进行负压，由此使第一滤室30的内部压力相对大于第二滤室35的内部压力。

[0126] 此外，优选的是，第一电位V1、第二电位V2以及第三电位V3根据分离对象的第一颗

粒71的种类、所要求的过滤特性适当地变更。

[0127] 如以上说明的那样，实施方式2的过滤装置10具有：第一电极31，设有多个第一开口31b；第二电极32，设有多个第二开口32b并被设为与第一电极31的一个面对置；过滤用材料34，设有多个网眼34b并设于第一电极31与第二电极32之间；第一滤室30，被设为与第一电极31的另一个面相接，被供给包含分离对象的第一颗粒71和极性溶剂72的浆料(原液)70(对象处理液)；第三电极33，隔着第一滤室30与第一电极31对置；第一电源51，向第一电极31供给极性与第一颗粒71的极性相同的第一电位V1；第二电源52，向第二电极32供给极性与第一颗粒71的极性相同的第二电位V2；以及第三电源53，向第三电极33供给极性与第一颗粒71的极性不同的第三电位V3。

[0128] 据此，在过滤装置10中，利用在第一电极31与第三电极33之间对第一颗粒71产生的库仑力F(在第一颗粒71与第一电极31之间产生的斥力)使第一颗粒71沿从第一电极31朝向第三电极33的方向移动。通过这样的电泳，能抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层。此外，通过利用第一电极31与第二电极32之间的电场使水分子73移动而穿过过滤用材料34的电渗，能将第一颗粒71分离，能提高在第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓缩度。由此，与单纯对浆料(原液)70施加压力来分离粒径比过滤用材料34的网眼34b大的第一颗粒71的方法相比，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。

[0129] 此外，在过滤装置10中，第二电位V2的绝对值比第一电位V1的绝对值大，第一电位V1与第三电位V3的电位差比第一电位V1与第二电位V2的电位差大。

[0130] 据此，即使在隔着过滤用材料34对置的第一电极31与第三电极33的距离比第一电极31与第二电极32的距离大的情况下，也能通过电泳使第一颗粒71良好地向第三电极33侧移动。

[0131] 此外，在过滤装置10中，在与第一电极31的表面垂直的方向上，按第二电极32、过滤用材料34、第一电极31、第一滤室30、第三电极33的顺序层叠，第一电极31与第二电极32之间的距离比第一电极31与第三电极33之间的距离小。

[0132] 据此，能提高在第一电极31与第二电极32之间形成的电场强度，能通过电渗使水分子73移动而良好地穿过第一电极31与第二电极32之间的过滤用材料34。

[0133] 此外，在过滤装置10中，第一电源51和第三电源53为恒定电压源，第二电源52为恒定电流源。

[0134] 据此，能通过由第一电源51供给的第一电位V1和由第三电源53供给的第三电位V3来规定在第一电极31与第三电极33之间对第一颗粒71产生的库仑力F。此外，通过由第一电源51供给的第一电位V1和由第二电源52供给的电流来规定在第一电极31与第二电极32之间形成的电场强度，从而能良好地进行电渗。

[0135] 此外，在过滤装置10中，网眼34b的大小(直径D3)比第一开口31b的直径D1和第二开口32b的直径D2小。

[0136] 据此，过滤用材料34的网眼34b被设为至少在与第一开口31b和第二开口32b重叠的区域，与第一电极31和第二电极32的导电细线31a、32a不重叠。由此，水分子73能通过电渗良好地穿过过滤用材料34的网眼34b。

[0137] 如以上说明的那样，在实施方式2的过滤装置10中，通过电泳与电场势垒E的复合的效果，带负电的第一颗粒71与第一电极31相隔在距离第一电极31几nm以上且几μm以下的

范围。此外，被分离出第一颗粒71的极性溶剂72(滤液75)被排出，由此第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓度提高，能在第一滤室30内得到浓缩浆料。

[0138] 由此，在第一滤室30内，浓缩带负电的第一颗粒71的浓缩浆料能从设于第一滤室30的浓缩液排出口(未图示)排出。

[0139] 在实施方式2的过滤装置10中，与实施方式1的过滤装置10相比较，对离第一电极31近的位置的第一颗粒71产生更强力的斥力。由此，与实施方式1的过滤装置10相比较，对离第三电极33近的位置的第一颗粒71产生更强力的引力。就对带负电的第一颗粒71产生的斥力(参照图2的F1)和引力(f2)的矢量的总和F3而言，当比较与实施方式1的过滤装置10中的对第一颗粒产生的斥力F1的力关系时，为F1＜F3的关系，对带负电的第一颗粒71产生的斥力和引力的矢量的总和F3、通过电泳向第三电极33侧移动的力大。

[0140] 如此，与实施方式1的过滤装置10相比，实施方式2的过滤装置10具备第三电极33，对第三电极33施加规定的电位，由此，通过在与第一电极31之间起作用的斥力和引力的矢量的总和F3，与第一电极31相隔在距离第一电极31几nm～几μm的范围的效果增大。其结果是，过滤用材料34的过滤阻力增大的时期延迟。由此，过滤用材料34的过滤阻力小的状态长期持续，过滤速度进一步提高。

[0141] (实施方式3)

[0142] 图10是实施方式3的过滤装置的示意图。需要说明的是，对与在上述的实施方式中进行了说明的构成要素相同的构成要素标注相同的附图标记并省略重复的说明。实施方式3的过滤装置10是从在极性溶剂72中分散有第一颗粒71的浆料(原液)70(对象处理液)分离第一颗粒71的装置。

[0143] 如图10所示，实施方式3的过滤装置10具备壳体20、配置于壳体20的内部的四个过滤单元100、第二滤室35、两个第一电源51、两个第二电源52以及两个第三电源53。四个过滤单元100包括过滤单元101、过滤单元102、过滤单元105以及过滤单元106。过滤单元101和过滤单元102被配置为沿一个方向X排列。过滤单元105和过滤单元106被配置为沿一个方向X排列。过滤单元101和过滤单元105被配置为沿与一个方向X正交的另一方向Y排列。过滤单元102和过滤单元106被配置为沿另一方向Y排列。各个过滤单元100具有第一滤室30、第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34。

[0144] 第一滤室30是由壳体20的内壁、第一电极31以及第三电极33包围的空间。第一电极31和第二电极32是网状的电极。具体而言，第一电极31具有多个导电细线31a，在多个导电细线31a之间设有多个第一开口31b。第二电极32具有多个导电细线32a，在多个导电细线32a之间设有多个第二开口32b。第二电极32被设为隔着过滤用材料34与第一电极31的一个面(下表面)对置。换言之，过滤用材料34设于第一电极31与第二电极32之间。第一电极31和第二电极32被设为与过滤用材料34直接相接。多个导电细线31a和多个导电细线32a只要是导电性材质就不被特别限定，例如既可以是金属，也可以是碳纤维。需要说明的是，第一电极31和第二电极32不限定于与过滤用材料34直接相接的构成，也可以被配置为在与过滤用材料34之间具有间隙。

[0145] 如图10所示，第三电极33是板状的构件，被设为隔着第一滤室30与第一电极31的另一个面(上表面)对置。一个过滤单元100所具备的第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34与在另一方向Y上相邻的过滤单元100共用。换言之，一个第一电极31、一

个第二电极32、一个第三电极33以及一个过滤用材料34由在另一方向Y上相邻的过滤单元100(过滤单元101和过滤单元105的组以及过滤单元102和过滤单元106的组)共用。

[0146] 在过滤单元101和过滤单元105中,多个电极在一个方向X上(从图10的上朝向下),按第三电极33、第一电极31、第二电极32的顺序排列。在过滤单元102和过滤单元106中,多个电极在一个方向X上(从图10的上朝向下),按第二电极32、第一电极31、第三电极33的顺序排列。

[0147] 在图10中,第一电极31的第一开口31b、第二电极32的第二开口32b以及过滤用材料34的网眼34b以相同的大小示出,但只不过是为了说明而示意性地示出,第一开口31b、第二开口32b以及网眼34b的大小也可以不同。

[0148] 需要说明的是,图10所示的过滤单元100的构成只不过是一个例子,只要能形成由第一电极31、第二电极32以及过滤用材料34、第三电极33夹着的第一滤室30,则可以是任何构成。

[0149] 如图10所示,第一电极31与第一电源51的第二端子51b电连接。此外,第一电极31与第二电源52的第一端子52a电连接。第二电极32与第二电源52的第二端子52b电连接。第三电极33与第三电源53的第一端子53a电连接。第三电源53的第二端子53b和第一电源51的第一端子51a连接于基准电位GND。基准电位GND例如是接地电位。不过,不限定于此,基准电位GND也可以是规定的固定的电位。

[0150] 图9是表示实施方式3的过滤单元的电等效电路图。如图9所示,第一电源51向第一电极31供给极性与第一颗粒71的极性相同的第一电位V1。第一电位V1例如是－30V。第二电源52向第二电极32供给极性与第一颗粒71的极性相同,且绝对值比第一电位V1的绝对值大的第二电位V2。第二电位V2例如是－40V。第三电源53向第三电极33供给极性与第一颗粒71的极性不同的第三电位V3。第三电位V3例如是+30V。第一电位V1、第二电位V2以及第三电位V3可以在绝对值为1mV以上且1000V以下的范围进行设定。

[0151] 如图9所示,第一电源51和第三电源53为恒定电压源,第二电源52为恒定电流源。在第一电极31与第二电极32之间并联连接有电阻成分R1和电容成分C。电阻成分R1和电容成分C是由设有许多网眼34b的过滤用材料34等效地表示的成分。此外,在第一电极31与第三电极33之间连接有电阻成分R2。电阻成分R2是由第一滤室30的浆料(原液)70等效地表示的电阻成分。

[0152] 第二电源52既可以是恒定电压电源,也可以是恒定电流电源。在本实施方式中,第二电源52是恒定电流源,因此,第二电位V2根据过滤装置10的过滤的状态,即根据过滤用材料34的电阻成分R1和第一滤室30的电阻成分R2的变动而发生变化。不过,第二电位V2维持极性与第一颗粒71的极性相同,且比第一电位V1的绝对值大的值。

[0153] 在壳体20连接有浆料供给部81、第一排出部83以及第二排出部85。浆料供给部81是经由加压装置316连接于储留有浆料(原液)70的箱80的配管。浆料供给部81与第一滤室30连接。加压装置316例如是加压泵。浆料供给部81通过加压装置316将包含分离对象的第一颗粒71和极性溶剂72的浆料(原液)70供给至第一滤室30。第一排出部83是用于将浆料(原液)70的一部分从第一滤室30排出的配管。第一排出部83与第一滤室30连接。第一排出部83设于与浆料供给部81不同的位置。第一排出部83具备阀19。在阀19开放的情况下,第一排出部83排出导入至第一滤室30的浆料(原液)70浓缩而成的浓缩浆料70A的一部分。第二

排出部85是用于将处于第二滤室35的滤液75从第二滤室35排出的配管。第二排出部85与减压装置317连接。减压装置317例如是真空泵。通过由减压装置317产生的压差，第二滤室35的滤液75被排出到外部。第二滤室35是由壳体20的内壁和两个第二电极32包围的空间。第二滤室35配置于沿一个方向X排列的两个过滤单元100之间。

[0154] 在第一滤室30中，通过各电极的驱动，斥力和引力的矢量的总和F3对浆料(原液)70的第一颗粒71起作用，因此第一颗粒71的分散状况产生浓度梯度。被分离出第一颗粒71的浆料(原液)70依次穿过第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而流向第二滤室35。排出到第二滤室35的滤液75经由第二排出部85而蓄于外部的储留箱。

[0155] 在实施方式3中，浆料中的分离对象物的第一颗粒71例如是生物质颗粒、胶体颗粒，颗粒表面带负电。具体而言，第一颗粒71是小球藻、微藻类螺旋藻、胶体二氧化硅、大肠杆菌、污水活性污泥等。第一颗粒71的直径根据所应用的技术领域、分离对象的种类而不同，为5nm以上且2000μm以下，例如为20nm以上且500μm以下左右。

[0156] 在本实施方式中，分散第一颗粒71的极性溶剂72是水，水分子73带正电。由此，浆料(原液)70整体呈电平衡状态。极性溶剂72不限于水，也可以是酒精等。就是说，极性溶剂72是极性溶剂即可。

[0157] 此外，浆料(原液)70还包含色素蛋白质等第二颗粒74。第二颗粒74带与第一颗粒71相同的极性(负)的电，具有小于第一颗粒71的粒径。第二颗粒74为10nm以上且300nm以下，例如为30nm左右。需要说明的是，在浆料中也有时不存在第二颗粒74。

[0158] 当浆料(原液)70被供给至第一滤室30时，基于如上述的算式(1)所示的库仑定律，在带负电的第一颗粒71与第一电极31之间产生斥力。此外，在带负电的第一颗粒71与第三电极33之间产生引力。

[0159] 具体而言，对离第一电极31近的位置的第一颗粒71产生更强力的斥力，与之相对，对离第三电极33近的位置的第一颗粒71产生更强力的引力。对第一颗粒71产生的斥力和引力的矢量的总和F3作用于箭头所示的方向，即远离第一电极31而接近第三电极33的方向。带负电的第一颗粒71通过电泳向第三电极33侧移动。

[0160] 由此，过滤装置10能抑制第一颗粒71堆积在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面而形成滤饼层。就是说，能抑制过滤用材料34的网眼34b的过滤阻力增大。

[0161] 此外，带正电的水分子73在与第一电极31之间产生引力。作用于带正电的水分子73的引力F2作用于箭头所示的方向，即从第三电极33朝向第一电极31的方向。带正电的水分子73向第一电极31侧移动。此时，通过第一电极31与第二电极32之间的电位差以在厚度方向上贯通过滤用材料34的方式形成从第一电极31朝向第二电极32的电场E。

[0162] 移动至第一电极31侧的带正电的水分子73通过电场受力，被作用于水分子73的引力F2向第二电极32侧拉拽从而穿过过滤用材料34。随着带正电的水分子73的移动，不带电的水分子也被拉向第二电极32侧而形成电渗流。由此，包含带正电的水分子73的极性溶剂72流向第二滤室35。如上所述，第一颗粒71通过电泳被拉离第一电极31而向第三电极33侧移动，被分离出第一颗粒71的滤液75向第二滤室35侧排出，由此能提高第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓度。

[0163] 如此，过滤装置10能通过将在第一电极31与第三电极33之间利用库仑力F(在第一颗粒71与第一电极31之间产生的斥力)使第一颗粒71移动的电泳与利用第一电极31与第二

电极32之间的电场使水分子73移动而穿过过滤用材料34的电渗组合来将第一颗粒71分离。此外，第一电极31兼用作电泳的电极和电渗的电极。由此，与单纯对浆料(原液)70施加压力来分离粒径比过滤用材料34的网眼34b大的第一颗粒71的方法相比，能抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。

[0164] 其结果是，与单纯对浆料(原液)70施加压力的方法相比，能提高在第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓缩度。此外，能减少过滤用材料34的清扫、更换的频度，能高效地进行浆料(原液)70的过滤。或者，与单纯对浆料(原液)70施加压力来进行过滤的情况相比，即使减小第一滤室30的体积，减小过滤用材料34的面积，也能实现与以往相同程度的过滤速度。即，过滤装置10能谋求小型化。

[0165] 此外，通过控制在第一电极31与第二电极32之间形成的电场，也能控制穿过过滤用材料34的颗粒水平(粒径)。例如，通过对第一电极31施加第一电位V1＝－30V并对第二电极32施加第二电位V2＝－40V来在第一电极31与第二电极32之间形成势垒电场，能抑制粒径比过滤用材料34的网眼34b小的第二颗粒74穿过过滤用材料34。

[0166] 就是说，即使在使用了相当于微滤膜(MF膜)的过滤用材料34的情况下，也能通过第一电源51、第二电源52以及第三电源53的各电极间的电场控制变更分离对象的粒径，直至与超滤膜(UF膜)或纳滤膜(NF膜)相当。超滤膜(UF膜)是开口的直径为10nm以上且100nm以下左右的过滤膜。纳滤膜(NF膜)是开口的直径为1nm以上且10nm以下左右的过滤膜。

[0167] 需要说明的是，上述的过滤装置10的构成只不过是一个例子，可以适当地变更。例如，层叠第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而形成的负极滤板与第三电极33呈平行平板状对置配置。不限定于此，层叠第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而形成的负极滤板和第三电极33也可以分别形成为具有曲面。负极滤板和第三电极33的形状、配置可以根据过滤装置10的形状、构造适当地变更。此外，作为供给至第一滤室30的对象处理液的浆料(原液)70的浓度不被特别限定，可以根据应用过滤装置10的领域来变更。

[0168] 在实施方式3中，第一滤室30的内部压力被加压，比第二滤室35的内部压力大。作为其他的方案，也可以设为通过抽真空等对第二滤室35的内部压力进行负压，由此使第一滤室30的内部压力相对大于第二滤室35的内部压力。

[0169] 实施方式3的多个过滤单元100也可以被配置为沿与一个方向X和另一方向Y这双方正交的方向(图10中的纸面的进深方向)排列。即，多个过滤单元100也可以被配置为三维排列。

[0170] 需要说明的是，各过滤单元100在单元间可以由间隔壁分隔，也可以是假想的间隔壁。在由间隔壁分隔的情况下，可以设为通过连通各单元的构件(例如开口、连结通路等)使内部的浆料移动。

[0171] 过滤装置10可以不一定具备两个第一电源51、两个第二电源52以及两个第三电源53。第一电源51、第二电源52以及第三电源53中的作为恒定电压电源的电源的数量可以为一个。例如，在第一电源51和第三电源53为恒定电压电源的情况下，第一电源51和第三电源53的数量可以为一个。在该情况下，一个第一电源51连接于多个第一电极31，一个第三电源53连接于多个第三电极33。

[0172] 此外，优选的是，第一电位V1、第二电位V2以及第三电位V3根据分离对象的第一颗粒71的种类、所要求的过滤特性适当地变更。

[0173] 过滤装置10也可以不具备第三电源53。在该情况下，第三电极33例如连接于基准电位GND。与分别对第一电极31、第二电极32、第三电极33设置电源的情况相比，在将第三电极33连接于基准电位GND的情况下，能谋求过滤装置10的小型化。

[0174] 过滤装置10可以不一定具备加压装置316和减压装置317这双方。过滤装置10也可以仅具备加压装置316和减压装置317中的一方。

[0175] 如以上说明的那样，本实施方式的过滤装置10具有多个过滤单元100。过滤单元100包括第一电极31、第二电极32、过滤用材料34、第一滤室30以及第三电极33。第一电极31设有多个第一开口31b。第二电极32设有多个第二开口32b，并且被设为与第一电极31的一个面对置。过滤用材料34设有多个网眼34b，并且设于第一电极31与第二电极32之间。第一滤室30被设为与第一电极31的另一个面相接。第三电极33设于第一滤室30，并且与第一电极31对置。两个过滤单元100被配置为沿一个方向X排列。过滤装置10具备设于两个第二电极32之间的第二滤室35。

[0176] 据此，在两个过滤单元100的每一个中，利用在第一电极31与第三电极33之间对第一颗粒71产生的库仑力F(在第一颗粒71与第一电极31之间产生的斥力)使第一颗粒71沿从第一电极31朝向第三电极33的方向移动。通过这样的电泳，能抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层。此外，通过利用第一电极31与第二电极32之间的电场使水分子73移动而透过过滤用材料34的电渗，能将第一颗粒71分离，能提高在第一滤室30内的浆料(原液)70的第一颗粒71的浓缩度。由此，与单纯对浆料(原液)70施加压力来分离粒径比过滤用材料34的网眼34b大的第一颗粒71的方法相比，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。此外，通过如此配置多个过滤单元100，过滤装置10能容易地调节处于第一滤室30的浆料(原液)70的量。

[0177] 此外，在过滤装置10中，在一个过滤单元100(过滤单元101)中，多个电极在一个方向X上，按第三电极33、第一电极31、第二电极32的顺序排列。在另一个过滤单元(过滤单元102)中，多个电极在一个方向X上，按第二电极32、第一电极31、第三电极33的顺序排列。

[0178] 据此，一个过滤单元100(过滤单元101)和另一个过滤单元100(过滤单元102)能共用一个第二滤室35。因此，与对一个过滤单元100设置一个第二滤室35的情况相比较，过滤装置10能谋求小型化。

[0179] 此外，在过滤装置10中，在第一滤室30连接有：浆料供给部81，用于供给对象处理液(浆料(原液)70)；以及第一排出部83，设于与浆料供给部81不同的位置，用于排出对象处理液(浆料(原液)70的一部分或浓缩浆料70A)的一部分。

[0180] 据此，过滤装置10能容易地调节处于第一滤室30的对象处理液(浆料(原液)70)的量。

[0181] 此外，在过滤装置10中，两个过滤单元100(过滤单元101和过滤单元105)被配置为沿与一个方向X正交的另一方向Y排列。

[0182] 据此，过滤装置10能增多每单位时间能过滤的浆料(原液)70的量。此外，与使一个过滤单元100大型化的情况相比较，过滤单元100的更换更容易。

[0183] 此外，在过滤装置10中，在第二滤室35连接有用于排出处于第二滤室35的滤液75的第二排出部85。

[0184] 据此，过滤装置10能容易地将滤液75输送至第二滤室35的外部的储留箱等。

[0185] 此外，在过滤装置10中，在一个过滤单元100中，第二电极32的第二电位V2的绝对值比第一电极31的第一电位V1的绝对值大。第一电位V1与第三电极33的第三电位V3的电位差比第一电位V1与第二电位V2的电位差大。

[0186] 据此，即使在隔着第一滤室30对置的第一电极31与第三电极33的距离比第一电极31与第二电极32的距离大的情况下，也能通过电泳使第一颗粒71良好地向第三电极33侧移动。

[0187] 此外，也可以是，过滤装置10包括作为恒定电压电源的第一电源51，一个第一电源51向多个第一电极31供给第一电位V1。在将过滤装置10的第二电源52设为恒定电压电源的情况下，也可以从一个第二电源52向多个第二电极32供给第二电位V2。也可以是，过滤装置10包括作为恒定电压电源的第三电源53，一个第三电源53向多个第三电极33供给第三电位V3。

[0188] 据此，过滤装置10能简化电源装置，能使制造成本降低。

[0189] (实施方式3的变形例)

[0190] 图11是实施方式3的变形例的过滤装置的示意图。需要说明的是，对与在上述的实施方式中进行了说明的构成要素相同的构成要素标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0191] 如图11所示，变形例的过滤装置10A具备八个过滤单元100和两个第二滤室35。虽然由于与图10同样而省略图示，但变形例的过滤装置10A具备四个第一电源51、四个第二电源52以及四个第三电源53。

[0192] 八个过滤单元100包括过滤单元101、过滤单元102、过滤单元103、过滤单元104、过滤单元105、过滤单元106、过滤单元107以及过滤单元108。

[0193] 过滤单元101、过滤单元102、过滤单元103以及过滤单元104被配置为沿一个方向X排列。过滤单元105、过滤单元106、过滤单元107以及过滤单元108被配置为沿一个方向X排列。过滤单元103和过滤单元107被配置为沿另一方向Y排列。过滤单元104和过滤单元108被配置为沿另一方向Y排列。

[0194] 一个过滤单元100所具备的第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34与在另一方向Y上相邻的过滤单元100共用。换言之，一个第一电极31、一个第二电极32、一个第三电极33以及一个过滤用材料34由在另一方向Y上相邻的过滤单元100(过滤单元103和过滤单元107的组以及过滤单元104和过滤单元108的组)共用。

[0195] 在过滤单元103和过滤单元107中，多个电极在一个方向X上(从图11的上朝向下)，按第三电极33、第一电极31、第二电极32的顺序排列。在过滤单元104和过滤单元108中，多个电极在一个方向X上(从图11的上朝向下)，按第二电极32、第一电极31、第三电极33的顺序排列。

[0196] 过滤单元102所具备的第三电极33与在一个方向X上相邻的过滤单元103共用。过滤单元106所具备的第三电极33与在一个方向X上相邻的过滤单元107共用。换言之，沿一个方向X排列的两个第一滤室30之间通过由在一个方向X上相邻的过滤单元100(过滤单元102和过滤单元103的组以及过滤单元106和过滤单元107的组)共用的第三电极33来划分。需要说明的是，在本实施方式的过滤单元中，如图11所示，通过共用第三电极33，能谋求装置构成的紧凑化。

[0197] 需要说明的是，在过滤装置10A中，可以不一定沿一个方向X排列四个过滤单元

100。沿一个方向X排列的过滤单元100的数量也可以是三个，还可以是五个以上。此外，配置于沿一个方向X排列的两个第一滤室30之间的第三电极33可以不一定由两个过滤单元100共用。即，也可以在沿一个方向X排列的两个第一滤室30之间配置相互绝缘的两个第三电极33。

[0198] 多个过滤单元100也可以被配置为沿与一个方向X和另一方向Y这双方正交的方向(图11中的纸面的进深方向)排列。即，多个过滤单元100也可以被配置为三维排列。

[0199] 过滤装置10A可以不一定具备四个第一电源51、四个第二电源52以及四个第三电源53。第一电源51、第二电源52以及第三电源53中的作为恒定电压电源的电源的数量可以为一个。例如，在第一电源51和第三电源53为恒定电压电源的情况下，第一电源51和第三电源53的数量可以为一个。在该情况下，一个第一电源51连接于多个第一电极31，一个第三电源53连接于多个第三电极33。

[0200] 如以上说明的那样，在变形例的过滤装置10A中，被配置为排列三个以上的过滤单元100。排列的两个第一滤室30之间通过由相邻的过滤单元100共用的第三电极33来划分。

[0201] 据此，将排列的两个第一滤室30隔开的壁变薄。此外，能减少所需的第三电源的数量。因此，与不共用第三电极33的情况相比较，过滤装置10A能谋求小型化。

[0202] (实施方式4)

[0203] 图12A和图12B是示意性地表示实施方式4的过滤系统的构成例的剖视图。图13是示意性地表示实施方式4的过滤装置的构成例的剖视图。图14是实施方式4的第一过滤装置的示意图。图15是实施方式4的第二过滤装置的示意图。

[0204] 图16是实施方式4的第三过滤装置的示意图。需要说明的是，对与在上述的实施方式中进行了说明的构成要素相同的构成要素标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0205] 如图12A、图14、图15以及图16所示，过滤系统300A是从在极性溶剂72中分散有第三颗粒76的浆料(原液)70(对象处理液)分离三种分离对象物的装置。

[0206] 如图12B、图14以及图15所示，过滤系统300B是从在极性溶剂72中分散有第三颗粒76的浆料(原液)70(对象处理液)分离两种分离对象物的装置。

[0207] 如图12A、图14、图15以及图16所示，实施方式4的过滤系统300A是从在极性溶剂72中分散有第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的浆料(原液)70分离第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的装置。如图12A所示，实施方式4的过滤系统300A具备第一过滤装置91、第二过滤装置92、第三过滤装置93、第一加压装置95、第二加压装置96、第三加压装置97以及第四加压装置98。

[0208] 如图13所示，实施方式4的第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93直列连接。第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93分别具有上部壳体11、盖部12、侧部壳体13、下部壳体14以及导体15。第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93还分别在由上部壳体11、侧部壳体13以及下部壳体14包围的内部空间具有第一滤室30、第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34(参照图14至图16)。第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93还分别具有电连接于第一电极31、第二电极32以及第三电极33的第一电源51、第二电源52以及第三电源53。

[0209] 具体而言，上部壳体11是由绝缘材料形成的圆柱状的构件。侧部壳体13是由绝缘材料形成并具有贯通孔13a的环状的构件。上部壳体11的下端侧的一部分被插入至侧部壳

体13的贯通孔13a。下部壳体14由绝缘材料形成，支承侧部壳体13。盖部12被设为覆盖上部壳体11的上表面。

[0210] 第一电极31、第二电极32以及过滤用材料34(参照图14至图16)的外缘夹在侧部壳体13与下部壳体14之间而被固定。第三电极33由螺栓等连接构件(未图示)固定于上部壳体11的下表面(与下部壳体14对置的面)，位于侧部壳体13的贯通孔13a的内部。此外，导体15是被设为包围侧部壳体13的周围的环状的构件，设于侧部壳体13与下部壳体14之间。导体15的下端侧与第一电极31的外缘连接。

[0211] 上部壳体11与侧部壳体13由引导部21a固定。此外，侧部壳体13、下部壳体14以及导体15由螺栓21b、21c固定。由此，各壳体的位置被固定，第一滤室30形成于由第一电极31、第二电极32以及过滤用材料34、侧部壳体13的内壁、第三电极33包围的空间。此外，在各壳体间和各电极间的连接部分分别设有O形环等密封构件，从而第一滤室30被设为密闭。此外，上部壳体11被设为与下部壳体14的距离能调整。由此，第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93能根据浆料(原液)70的种类、量适当地设定第一滤室30的体积。

[0212] 在上部壳体11设有浆料供给通路11a、排气通路11b以及贯通孔11c。浆料供给通路11a的一端侧在上部壳体11的侧面开口，连接于浆料供给部16。浆料供给通路11a的另一端侧在上部壳体11的下表面开口，被设为与第三电极33的贯通孔33a相连。浆料供给阀17具有设于浆料供给通路11a的内部的棒状构件，能通过棒状构件在浆料供给通路11a内沿上下方向移动来切换贯通孔33a的开闭状态。

[0213] 由此，例如，在通过浆料供给阀17的动作而使贯通孔33a为开放状态的情况下，浆料(原液)70经由浆料供给部16、浆料供给通路11a、第三电极33的贯通孔33a被供给至第一过滤装置91的第一滤室30。此外，在通过浆料供给阀17关闭了贯通孔33a的状态的情况下，停止浆料(原液)70向第一过滤装置91的第一滤室30的供给。

[0214] 排气通路11b的一端侧在上部壳体11的侧面开口，连接于空气排出部18。排气通路11b的另一端侧在上部壳体11的下表面开口，被设为与第三电极33的贯通孔33b相连。空气排出用的阀19具有设于排气通路11b的内部的棒状构件，能通过棒状构件在排气通路11b内沿上下方向移动来切换贯通孔33b的开闭状态。

[0215] 在第一过滤装置91中，在从箱80向第一滤室30供给浆料(原液)70时，空气排出用的阀19使贯通孔33b为开放状态。由此，第一滤室30内的空气经由贯通孔33b、排气通路11b以及空气排出部18被排出到外部。在空气排出部18连接有空气排出阀18a。空气排出阀18a例如是浮子阀，被设为当第一滤室30内的规定量的空气被排出时，关闭空气排出阀18a。在第一滤室30内的排气完成后，空气排出用的阀19关闭贯通孔33b。由此，通过第一加压装置95，经由浆料供给部16对填充于第一滤室30内的浆料(原液)70施加规定的压力。

[0216] 贯通孔11c的一端侧在上部壳体11的上表面开口。贯通孔11c的另一端侧在上部壳体11的下表面开口，被设为与第三电极33的凹部33c相连。连接导体56被插入至贯通孔11c，连接导体56与第三电极33在凹部33c连接。由此，第三电极33经由连接导体56与第三电源53的第一端子53a电连接。

[0217] 第一电极31经由导体15和连接导体54与第一电源51的第二端子51b电连接。此外，第一电极31经由导体15和连接导体55a与第二电源52的第一端子52a电连接。第三电源53的第二端子53b和第一电源51的第一端子51a连接于基准电位GND。基准电位GND例如是接地电

位。不过，不限定于此，基准电位GND也可以是规定的固定的电位。

[0218] 在下部壳体14设有凹状的第二滤室35、贯通孔14a、14b以及连接孔14c。第二滤室35设于下部壳体14的上表面中与第一滤室30重叠的位置。贯通孔14a将第二滤室35与排出部22相连。

[0219] 如图14所示，在第一过滤装置91中，通过各电极的驱动，斥力和引力的矢量的总和F4对浆料(原液)70的带负电的第三颗粒76起作用，因此第三颗粒76的分散状况产生浓度梯度。被分离出带负电的第三颗粒76的浆料(原液)70穿过第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而流向第二滤室35来作为第一中间处理液79a。如图12A所示，处于第一过滤装置91的第二滤室35的包含第四颗粒77和第五颗粒78的第一中间处理液79a被引导至排出部22。第一过滤装置91的排出部22经由第二加压装置96与直列配置于第一过滤装置91的尾流侧的第二过滤装置92的第一滤室30连接。包含第四颗粒77和第五颗粒78的第一中间处理液79a被供给至第二过滤装置92的第一滤室30。

[0220] 如图15所示，在第二过滤装置92中，通过各电极的驱动，斥力和引力的矢量的总和F5对第一中间处理液79a的带负电的第四颗粒77起作用，因此第五颗粒78的分散状况产生浓度梯度。被分离出第四颗粒77的包含第五颗粒78的第一中间处理液79a依次穿过第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而流向第二滤室35。如图12A所示，处于第二过滤装置92的第二滤室35的包含第五颗粒78的第二中间处理液79b被引导至排出部22。第二过滤装置92的排出部22经由第三加压装置97与第三过滤装置93的第一滤室30连接。包含第五颗粒78的第二中间处理液79b被供给至直列配置于第二过滤装置92的尾流侧的第三过滤装置93的第一滤室30。

[0221] 如图16所示，在第三过滤装置93中，通过各电极的驱动，斥力和引力的矢量的总和F6对第二中间处理液79b的带负电的第五颗粒78起作用，因此带负电的第五颗粒78的分散状况产生浓度梯度。被分离出带负电的第五颗粒78的第二中间处理液79b依次穿过第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而流向第二滤室35。如图12A所示，处于第三过滤装置93的第二滤室35的第三中间处理液79c(滤液)被引导至排出部22。第三过滤装置93的排出部22经由第四加压装置98与箱80连接。第三中间处理液79c被供给至箱80。作为第三中间处理液79c的滤液是由水分子73构成的澄清的极性溶剂72。

[0222] 如以上说明的那样，第一加压装置95对储留于箱80的包含分离对象物的浆料(原液)70进行加压，将其供给至第一过滤装置91的第一滤室30。第二加压装置96对从第一过滤装置91的第二滤室35排出的第一中间处理液79a进行加压，将其供给至第二过滤装置92的第一滤室30。第三加压装置97对从第二过滤装置92的第二滤室35排出的第二中间处理液79b进行加压，将其供给至第三过滤装置93的第一滤室30。第四加压装置98对从第三过滤装置93的第二滤室35排出的第三中间处理液79c(滤液)进行加压，将其返回箱80。第一加压装置95、第二加压装置96、第三加压装置97以及第四加压装置98例如是加压泵。使用第四加压装置98和配管来输送液体的构成也被称为液力输送器。第四加压装置98将作为从第三过滤装置93的第二滤室35排出的滤液的澄清的极性溶剂72作为输送流体使颗粒在系统内循环。需要说明的是，在过滤系统300A中，可以使用渗滤(通过一边将与过滤液量相同的量的溶剂加入浆料(原液)70中一边进行过滤来回收浆料(原液)70中的分离对象的方法)。

[0223] 连接孔14c的一端侧在下部壳体14的上表面开口，第二电极32的外缘被设为覆盖

连接孔14c。此外，连接孔14c的另一端侧在下部壳体14的侧面开口。连接导体55b被插入至连接孔14c，连接导体55b与第二电极32连接。由此，第二电极32与第二电源52的第二端子52b电连接。

[0224] 需要说明的是，图13所示的第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93各自的构成只不过是一个例子，只要能形成由第一电极31、第二电极32以及过滤用材料34、第三电极33夹着的第一滤室30，则可以是任何构成。

[0225] 接着，参照图14至图16，对第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93的动作进行说明。在图14至图16中，为了便于理解说明，示意性地示出第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34与第一滤室30和第二滤室35的配置关系。

[0226] 如图14至图16所示，第一电极31和第二电极32是网状的电极。具体而言，第一电极31具有多个导电细线31a，在多个导电细线31a之间设有多个第一开口31b。第二电极32具有多个导电细线32a，在多个导电细线32a之间设有多个第二开口32b。第二电极32被设为隔着过滤用材料34与第一电极31的一个面(下表面)对置。换言之，过滤用材料34设于第一电极31与第二电极32之间。第一电极31和第二电极32被设为与过滤用材料34直接相接。多个导电细线31a和多个导电细线32a只要是导电性材质就不被特别限定，例如既可以是金属，也可以是碳纤维。需要说明的是，第一电极31和第二电极32不限定于与过滤用材料34直接相接的构成，也可以被配置为在与过滤用材料34之间具有间隙。

[0227] 过滤用材料34包括过滤膜34a和网眼34b。在过滤膜34a设有多个网眼34b。电场对过滤膜34a起作用。过滤用材料34例如使用微滤膜(MF膜)、超滤膜(UF膜)等。在实施方式34中，过滤用材料34由树脂材料等绝缘材料形成。需要说明的是，在图14至图16中，第一电极31的第一开口31b、第二电极32的第二开口32b以及过滤用材料34的网眼34b以相同的大小示出，但只不过是为了说明而示意性地示出，第一开口31b、第二开口32b以及网眼34b的大小也可以不同。

[0228] 第一滤室30被设为与第一电极31的另一个面(上表面)相接。向第一滤室30供给如上所述那样包含分离对象的第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78和极性溶剂72的浆料(原液)70。第三颗粒76例如是生物质颗粒、胶体颗粒，颗粒表面带负电。在实施方式4中，具体而言，第三颗粒76例如是小球藻、微藻类螺旋藻、胶体二氧化硅、大肠杆菌、污水活性污泥等。第三颗粒76的直径根据所应用的技术领域、分离对象的种类而不同，例如为100nm以上且2000μm以下，例如为200nm以上且100μm以下左右。第四颗粒77例如是高分子量的多糖体，颗粒表面带负电。第四颗粒77的直径比第三颗粒76的直径小。第四颗粒77的直径根据所应用的技术领域、分离对象的种类而不同，例如为30nm以上且500nm以下，例如为100nm左右。第五颗粒78例如是低分子量的多糖体，颗粒表面带负电。第五颗粒78的直径比第四颗粒77的直径小。第五颗粒78的直径根据所应用的技术领域、分离对象的种类而不同，例如为5nm以上且100nm以下，例如为20nm左右。

[0229] 就在本实施方式中使用的浆料70中存在的分离对象物而言，带负电的第三颗粒76使用了在其培养中会在其细胞外产生多糖类的微藻类，但本实施方式不限定于此。需要说明的是，以下，对作为该第三颗粒76在其培养中生产的多糖类，将高分子量多糖类设为带负电的第四颗粒77，将低分子量多糖类设为带负电的第五颗粒78的情况下的电场过滤操作进行说明。

[0230] 分散第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性溶剂72是水，水分子73带正电。由此，浆料(原液)70整体呈电平衡状态。极性溶剂72不限于水，也可以是酒精等。

[0231] 第一电源51向第一电极31供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同的第一电位V1。第一过滤装置91的第一电位V1例如是－20V。第二过滤装置92的第一电位V1例如是－40V。第三过滤装置93的第一电位V1例如是－60V。

[0232] 第二电源52向第二电极32供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同，且绝对值比第一电位V1的绝对值大的第二电位V2。第一过滤装置91的第二电位V2例如是－30V。第二过滤装置92的第二电位V2例如是－50V。第三过滤装置93的第二电位V2例如是－70V。

[0233] 第三电源53向第三电极33供给极性与第三颗粒76的极性不同的第三电位V3。第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93的第三电位V3例如是+30V。第一电位V1、第二电位V2以及第三电位V3可以在绝对值为1mV以上且1000V以下的范围进行设定。

[0234] 在第一过滤装置91中，第一电极31的第一电位V1(－20V)与第三电极33的第三电位V3(+30V)的第一电位差(50V)比第一电位V1(－20V)与第二电极32的第二电位V2(－30V)的第二电位差(10V)大。

[0235] 在第二过滤装置92中，第一电极31的第一电位V1(－40V)与第三电极33的第三电位V3(+30V)的第一电位差(70V)比第一电位V1(－40V)与第二电极32的第二电位V2(－50V)的第二电位差(10V)大。

[0236] 在第三过滤装置93中，第一电极31的第一电位V1(－60V)与第三电极33的第三电位V3(+30V)的第一电位差(90V)比第一电位V1(－60V)与第二电极32的第二电位V2(－70V)的第二电位差(10V)大。

[0237] 第二过滤装置92的第一电位差(70V)比第一过滤装置91的第一电位差(50V)大。第三过滤装置93的第一电位差(90V)比第一过滤装置91的第一电位差(50V)和第二过滤装置92的第一电位差(70V)大。

[0238] 图9是表示实施方式4的第一过滤装置、第二过滤装置以及第三过滤装置的电等效电路图。如图9所示，第一电源51和第三电源53为恒定电压源，第二电源52为恒定电流源。在第一电极31与第二电极32之间并联连接有电阻成分R1和电容成分C。电阻成分R1和电容成分C是由设有许多网眼34b的过滤用材料34等效地表示的成分。此外，在第一电极31与第三电极33之间连接有电阻成分R2。电阻成分R2是由第一滤室30的浆料(原液)70、第一中间处理液79a或第二中间处理液79b等效地表示的电阻成分。

[0239] 第二电源52既可以是恒定电压电源，也可以是恒定电流电源。在本实施方式中，第二电源52是恒定电流源，因此，第二电位V2根据第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93的过滤的状态，即根据过滤用材料34的电阻成分R1和第一滤室30的电阻成分R2的变动而发生变化。不过，第二电位V2维持极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同，且比第一电位V1的绝对值大的值。

[0240] 如图14所示，在第一过滤装置91中，当包含分离对象的三种颗粒(第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78)和极性溶剂72的浆料(原液)70被供给至第一滤室30时，基于上述的算式(1)所示的库仑定律，在带负电的第三颗粒76与第一电极31之间产生斥力(f1)。此外，在带负电的第三颗粒76与第三电极33之间产生引力(f2)。

[0241] 具体而言，在第一过滤装置91中，对离第一电极31近的位置的带负电的第三颗粒76产生更强力的斥力(f1)，对离第三电极33近的位置的第三颗粒76产生更强力的引力(f2)。对第三颗粒76产生的斥力(f1)和引力(f2)的矢量的总和F4作用于箭头所示的方向，即远离第一电极31而接近第三电极33的方向。带负电的第三颗粒76通过电泳向第三电极33侧移动。

[0242] 由此，第一过滤装置91能抑制第三颗粒76堆积在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面而形成滤饼层。就是说，能抑制过滤用材料34的网眼34b的过滤阻力增大。

[0243] 此外，带正电的水分子73在与第一电极31之间产生引力。作用于带正电的水分子73的引力F2作用于箭头所示的方向，即从第三电极33朝向第一电极31的方向。带正电的水分子73向第一电极31侧移动。此时，通过第一电极31与第二电极32之间的电位差以在厚度方向上贯通过滤用材料34的方式形成从第一电极31朝向第二电极32的电场E。

[0244] 移动至第一电极31侧的水分子73通过电场受力，被向第二电极32侧拉拽从而穿过过滤用材料34。随着带正电的水分子73的移动，不带电的水分子也被拉向第二电极32侧而形成电渗流。由此，包含带正电的水分子73的极性溶剂72流向第二滤室35。如上所述，第三颗粒76通过电泳被拉离第一电极31而向第三电极33侧移动，被分离出第三颗粒76的极性溶剂72被排出，由此能提高第一过滤装置91的第一滤室30内的浆料(原液)70的第三颗粒76的浓度。此外，向第一过滤装置91的第二滤室35排出包含第四颗粒77、第五颗粒78的第一中间处理液79a来作为滤液。

[0245] 此外，通过控制在第一电极31与第二电极32之间形成的电场，也能控制穿过过滤用材料34的颗粒水平(粒径)。例如，在第一过滤装置91中，通过对第一电极31施加第一电位V1＝－20V并对第二电极32施加第二电位V2＝－30V来在第一电极31与第二电极32之间形成势垒电场E。由此，第一过滤装置91抑制第三颗粒76穿过过滤用材料34，容许第四颗粒77和第五颗粒78穿过过滤用材料34。因此，能提高第一滤室30内的浆料(原液)70的第三颗粒76的浓度。

[0246] 就是说，即使在使用了相当于微滤膜(MF膜)的过滤用材料34的情况下，也能通过第一电源51、第二电源52以及第三电源53的各电极间的电场控制变更分离对象的粒径，直至与超滤膜(UF膜)或纳滤膜(NF膜)相当。超滤膜(UF膜)是开口的直径为10nm以上且100nm以下左右的过滤膜。纳滤膜(NF膜)是开口的直径为1nm以上且10nm以下左右的过滤膜。

[0247] 如图15所示，在第二过滤装置92中，来自第一过滤装置91的第二滤室35的包含第四颗粒77、第五颗粒78的第一中间处理液79a导入至第一滤室30。如图15所示，在第二过滤装置92中，对离第一电极31近的位置的带负电的第四颗粒77产生更强力的斥力(f1)，对离第三电极33近的位置的第四颗粒77产生更强力的引力(f2)。对第四颗粒77产生的斥力(f1)和引力(f2)的矢量的总和F5作用于箭头所示的方向，即远离第一电极31而接近第三电极33的方向。带负电的第四颗粒77通过电泳向第三电极33侧移动。

[0248] 由此，第二过滤装置92能抑制第四颗粒77堆积在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面而形成滤饼层。就是说，能抑制过滤用材料34的网眼34b的过滤阻力增大。

[0249] 例如，在第二过滤装置92中，通过对第一电极31施加第一电位V1＝－40V并对第二电极32施加第二电位V2＝－50V来在第一电极31与第二电极32之间形成势垒电场E。由此，第二过滤装置92抑制带负电的第四颗粒77穿过过滤用材料34，容许比第四颗粒77的直径小

的第五颗粒78穿过过滤用材料34。因此，能提高第二过滤装置92中的第一滤室30内的第一中间处理液79a的第四颗粒77的浓度。此外，向第二过滤装置92的第二滤室35排出包含第五颗粒78的第二中间处理液79b来作为滤液。

[0250] 如图16所示，在第三过滤装置93中，来自第二过滤装置92的第二滤室35的包含第五颗粒78的第二中间处理液79b导入至第一滤室30。如图16所示，对离第一电极31近的位置的带负电的第五颗粒78产生更强力的斥力(f1)，对离第三电极33近的位置的第五颗粒78产生更强力的引力(f2)。对第五颗粒78产生的斥力(f1)和引力(f2)的矢量的总和F6作用于箭头所示的方向，即远离第一电极31而接近第三电极33的方向。带负电的第五颗粒78通过电泳向第三电极33侧移动。

[0251] 由此，第三过滤装置93能抑制第五颗粒78堆积在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面而形成滤饼层。就是说，能抑制过滤用材料34的网眼34b的过滤阻力增大。此外，向第三过滤装置93的第二滤室35排出第三中间处理液79c来作为澄清滤液。

[0252] 例如，在第三过滤装置93中，通过对第一电极31施加第一电位V1＝－60V并对第二电极32施加第二电位V2＝－70V来在第一电极31与第二电极32之间形成势垒电场E。由此，第三过滤装置93抑制第五颗粒78穿过过滤用材料34。因此，能提高第一滤室30内的第二中间处理液79b的第五颗粒78的浓度。

[0253] 如此，第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93能通过将在第一电极31与第三电极33之间利用库仑力F(在第三颗粒76与第一电极31之间产生的斥力)使第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78移动的电泳与利用第一电极31与第二电极32之间的电场使水分子73移动而穿过过滤用材料34的电渗组合来将第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78分别分离。此外，第一电极31兼用作电泳的电极和电渗的电极。由此，与单纯对浆料(原液)70、第一中间处理液79a以及第二中间处理液79b施加压力来分离粒径比过滤用材料34的网眼34b大的第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的方法相比，能抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。

[0254] 其结果是，与单纯对浆料(原液)70、第一中间处理液79a以及第二中间处理液79b施加压力的方法相比，能提高在各个第一滤室30内的第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的浓缩度。此外，能减少过滤用材料34的清扫、更换的频度，能高效地进行浆料(原液)70、第一中间处理液79a或第二中间处理液79b的过滤。或者，与单纯对浆料(原液)70、第一中间处理液79a或第二中间处理液79b施加压力来进行过滤的情况相比，即使减小第一滤室30的体积，减小过滤用材料34的面积，也能实现与以往相同程度的过滤速度。即，第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93能谋求小型化。

[0255] 需要说明的是，上述的第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93的构成只不过是一个例子，可以适当地变更。例如，层叠第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而形成的负极滤板与第三电极33呈平行平板状对置配置。不限定于此，层叠第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而形成的负极滤板和第三电极33也可以分别形成为具有曲面。负极滤板和第三电极33的形状、配置可以根据第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93的形状、构造适当地变更。此外，供给至第一滤室30的浆料(原液)70、第一中间处理液79a以及第二中间处理液79b的浓度不被特别限定，可以根据应用第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93的领域来变更。

[0256] 在实施方式4中，第一滤室30的内部压力被加压，比第二滤室35的内部压力大。作为其他的方案，也可以设为通过抽真空等对第二滤室35的内部压力进行负压，由此使第一滤室30的内部压力相对大于第二滤室35的内部压力。

[0257] 此外，优选的是，第一电位V1、第二电位V2以及第三电位V3根据分离对象的第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的种类、所要求的过滤特性适当地变更。

[0258] 第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93也可以不具备第三电源53。在该情况下，第三电极33例如连接于基准电位GND。与分别对第一电极31、第二电极32、第三电极33设置电源的情况相比，在将第三电极33连接于基准电位GND的情况下，能谋求第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93的小型化。

[0259] 从第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93排出的第一中间处理液79a、第二中间处理液79b以及第三中间处理液(滤液)79c可以不一定通过加压装置进行输送，例如也可以由操作者手动地输送。即，使用过滤系统300A的过滤方法可以具有以下步骤：将第一过滤装置91的第二滤室35的第一中间处理液79a供给至第二过滤装置92的第一滤室30；将第二过滤装置92的第二滤室35的第二中间处理液79b供给至第三过滤装置93的第一滤室30；以及将第三过滤装置93的第二滤室35的第三中间处理液(滤液)79c返回箱80。

[0260] 在此，对在图12A的过滤系统300A中，直列配置有第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93的实施方式进行了说明。本实施方式的过滤系统不限定于此，也可以设为直列配置更多个过滤装置。需要说明的是，本实施方式的过滤系统在多个直列配置更多个过滤装置的情况下，能对浆料中包含粒径不同的四种成分以上的分离对象物的浆料(原液)70进行分离。

[0261] 此外，在像浆料中包含粒径不同的两种成分这样的情况下，如图12B所示，作为过滤系统300B，优选具备第一过滤装置91和第二过滤装置92。

[0262] 如以上说明的那样，如图12A和图12B所示，实施方式4的过滤系统300A、300B至少具备第一过滤装置91和第二过滤装置92。第一过滤装置91和第二过滤装置92分别具有：第一电极31，设有多个第一开口31b；第二电极32，设有多个第二开口32b并被设为与第一电极31的一个面对置；过滤用材料34，设有多个网眼34b并设于第一电极31与第二电极32之间；第一滤室30，被设为与第一电极31的另一个面相接；第三电极33，设于第一滤室30，与第一电极31对置；以及第二滤室35，被设为与第二电极32的另一个面相接。第一过滤装置91的第二滤室35的中间处理液(第一中间处理液79a)被供给至第二过滤装置92的第一滤室30。

[0263] 据此，在第一过滤装置91和第二过滤装置92中，利用在第一电极31与第三电极33之间对颗粒产生的库仑力F(在第三颗粒76与第一电极31之间产生的斥力)使颗粒沿从第一电极31朝向第三电极33的方向移动。通过这样的电泳，能抑制在第一电极31的表面和过滤用材料34的表面形成滤饼层。此外，通过利用第一电极31与第二电极32之间的电场使水分子73移动而透过过滤用材料34的电渗，能将颗粒分离，能提高在第一滤室30内的浆料(原液)70的颗粒的浓缩度。由此，与单纯对浆料(原液)70施加压力来分离粒径比过滤用材料34的网眼34b大的颗粒的方法相比，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。

[0264] 此外，在过滤系统300B中，第二电极32的第二电位V2的绝对值比第一电极31的第一电位V1的绝对值大。第一电位V1与第三电极33的第三电位V3的第一电位差比第一电位V1与第二电位V2的第二电位差大。第二过滤装置92的第一电位差比第一过滤装置91的第一电

位差大。

[0265] 据此，即使在隔着过滤用材料34对置的第一电极31与第三电极33的距离比第一电极31与第二电极32的距离大的情况下，也能通过电泳使第三颗粒76良好地向第三电极33侧移动。此外，不同的颗粒分别在第一过滤装置91和第二过滤装置92中被分离。过滤系统300B能从包含两种颗粒的浆料(原液)70分别分离出第三颗粒76和第四颗粒77。

[0266] 此外，如图12B所示，过滤系统300B还具备用于向第二过滤装置92中的第一滤室30供给第一过滤装置91中的第二滤室35的中间处理液(第一中间处理液79a)的第二加压装置96。

[0267] 据此，能提高第二过滤装置92中的第一滤室30的压力。因此，过滤系统300B能进一步提高第二过滤装置92的过滤速度。

[0268] 此外，如图12A所示，过滤系统300A还具备第三过滤装置93。第三过滤装置93具有：第一电极31，设有多个第一开口31b；第二电极32，设有多个第二开口32b并被设为与该第一电极31的一个面对置；过滤用材料34，设有多个网眼34b并设于该第一电极31与该第二电极32之间；第一滤室30，被设为与该第一电极31的另一个面相接；第三电极33，设于该第一滤室30，与该第一电极31对置；以及第二滤室35，被设为与该第二电极32的另一个面相接。在第三过滤装置93中，第一电极31的第一电位V1与第三电极33的第三电位V3的第一电位差比第一电位V1与第二电极32的第二电位V2的第二电位差大。第二过滤装置92中的第二滤室35的中间处理液(第二中间处理液79b)被供给至第三过滤装置93中的第一滤室30。第三过滤装置93的第一电位差比第二过滤装置92的第一电位差大。

[0269] 据此，不同的颗粒分别在第一过滤装置91、第二过滤装置92以及第三过滤装置93中被分离。过滤系统300A能从包含三种颗粒的浆料(原液)70分别分离出第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78。

[0270] (实施方式4的第一变形例)

[0271] 图17是示意性地表示实施方式4的第一变形例的过滤系统的构成例的示意图。图18是示意性地表示实施方式4的第一变形例的过滤系统的构成例的剖视图。需要说明的是，对与在上述的实施方式中进行了说明的构成要素相同的构成要素标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0272] 如图17所示，实施方式4的第一变形例的过滤系统200A具备直列连接的第一过滤装置91A、第二过滤装置92A以及第三过滤装置93A。如图18所示，第一过滤装置91A、第二过滤装置92A以及第三过滤装置93A分别具备壳体20、配置于壳体20的内部的四个过滤单元100、第二滤室35、两个第一电源51、两个第二电源52以及两个第三电源53。四个过滤单元100包括过滤单元101、过滤单元102、过滤单元105以及过滤单元106。过滤单元101和过滤单元102被配置为沿一个方向X排列。过滤单元105和过滤单元106被配置为沿一个方向X排列。过滤单元101和过滤单元105被配置为沿与一个方向X正交的另一方向Y排列。过滤单元102和过滤单元106被配置为沿另一方向Y排列。各个过滤单元100具有第一滤室30、第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34。

[0273] 一个过滤单元100所具备的第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34与在另一方向Y上相邻的过滤单元100共用。换言之，一个第一电极31、一个第二电极32、一个第三电极33以及一个过滤用材料34由在另一方向Y上相邻的过滤单元100(过滤单元

101和过滤单元105的组以及过滤单元102和过滤单元106的组)共用。

[0274] 在过滤单元101和过滤单元105中,多个电极在一个方向X上(从图18的上朝向下),按第三电极33、第一电极31、第二电极32的顺序排列。在过滤单元102和过滤单元106中,多个电极在一个方向X上(从图18的上朝向下),按第二电极32、第一电极31、第三电极33的顺序排列。

[0275] 在壳体20连接有浆料供给部81、第一排出部83以及第二排出部85。浆料供给部81是将浆料(原液)70、第一中间处理液79a或第二中间处理液79b供给至第一滤室30的配管。第一排出部83是用于将浓缩浆料70A的一部分从第一滤室30排出的配管。第一排出部83设于与浆料供给部81不同的位置。第一排出部83具备阀84。在阀84开放的情况下,第一排出部83排出第一滤室30的浓缩浆料70A的一部分。浓缩浆料70A是被分离出分离对象物的浓缩而成的浆料(原液)70。第二排出部85是用于将处于第二滤室35的第一中间处理液79a、第二中间处理液79b或第三中间处理液79c从第二滤室35排出的配管。第二滤室35由壳体20的内壁和两个第二电极32包围。第二滤室35配置于沿一个方向X排列的两个过滤单元100之间。

[0276] 在第一过滤装置91A中,通过各电极的驱动,产生的斥力和引力的矢量的总和F4对浆料(原液)70的第三颗粒76(参照图14)起作用,因此第三颗粒76的分散状况产生浓度梯度。被分离出第三颗粒76的浆料(原液)70依次穿过第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而流向第二滤室35来作为第一中间处理液79a。处于第一过滤装置91A的第二滤室35的第一中间处理液79a经由第二排出部85被供给至第二过滤装置92A。

[0277] 在第二过滤装置92A中,通过各电极的驱动,产生的斥力和引力的矢量的总和F5对第一中间处理液79a的第四颗粒77(参照图15)起作用,因此第四颗粒77的分散状况产生浓度梯度。被分离出第四颗粒77的第一中间处理液79a依次穿过第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而流向第二滤室35来作为第二中间处理液79b。处于第二过滤装置92A的第二滤室35的第二中间处理液79b经由第二排出部85被供给至第三过滤装置93A。

[0278] 在第三过滤装置93A中,通过各电极的驱动,产生的斥力和引力的矢量的总和F6对第二中间处理液79b的第五颗粒78(参照图16)起作用,因此第五颗粒78的分散状况产生浓度梯度。被分离出第五颗粒78的第二中间处理液79b依次穿过第一电极31、过滤用材料34以及第二电极32而流向第二滤室35来作为第三中间处理液(滤液)79c。处于第三过滤装置93A的第二滤室35的第三中间处理液(滤液)79c经由第二排出部85返回储留有浆料(原液)70的箱80(参照图17)。第三中间处理液(滤液)79c是澄清滤液的极性溶剂72。

[0279] 需要说明的是,在过滤系统200A中,多个过滤单元100也可以被配置为沿与一个方向X和另一方向Y这双方正交的方向(图18中的纸面的进深方向)排列。即,多个过滤单元100也可以被配置为三维排列。

[0280] 第一过滤装置91A、第二过滤装置92A以及第三过滤装置93A分别可以不一定具备两个第一电源51、两个第二电源52以及两个第三电源53。第一电源51、第二电源52以及第三电源53中的作为恒定电压电源的电源的数量可以为一个。例如,在第一电源51和第三电源53为恒定电压电源的情况下,第一电源51和第三电源53的数量可以为一个。在该情况下,一个第一电源51连接于多个第一电极31,一个第三电源53连接于多个第三电极33。

[0281] (实施方式4的第二变形例)

[0282] 图19是示意性地表示实施方式4的第二变形例的过滤装置的构成例的剖视图。如

上所述，图18所示的四个过滤单元100包括过滤单元101、过滤单元102、过滤单元105以及过滤单元106。由图18所示的过滤单元101、过滤单元102、第二滤室35构成的过滤单元相当于图19所示的过滤单元110。同样，由图18所示的过滤单元105、过滤单元106、第二滤室35构成的过滤单元相当于图19所示的过滤单元110。在图18中，沿方向Y直列配置有两个图19所示的过滤单元110。在图19所示的过滤装置94中，沿方向Y直列配置有四个过滤单元110。

[0283] 图19中一并记载有示意性地表示与过滤装置94的Y方向距离相应的第一滤室30内的带负电的颗粒的浓度的关系的曲线图。在过滤装置94中，从浆料供给部81将浆料70导入至第一滤室30。第一滤室30内的带负电的颗粒的浓度随着浆料从浆料供给部81向排出浓缩浆料70A的第一排出部83侧移动而增加。

[0284] 需要说明的是，在过滤装置94中，也可以在相邻的过滤单元110的第一滤室30的边界具备间隔壁来限制在过滤单元110间移动的流量。

[0285] (实施方式4的第三变形例)

[0286] 图20是实施方式4的第三变形例的第一过滤装置、第二过滤装置以及第三过滤装置的示意图。需要说明的是，对与在上述的实施方式中进行了说明的构成要素相同的构成要素标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0287] 如图20所示，实施方式4的第三变形例的过滤系统200B具备直列连接的第一过滤装置91B、第二过滤装置92B以及第三过滤装置93B。第一过滤装置91B、第二过滤装置92B以及第三过滤装置93B分别具备八个过滤单元100和两个第二滤室35。虽然由于与图10同样而省略图示，但实施方式4的第三变形例的过滤系统200B具备四个第一电源51、四个第二电源52以及四个第三电源53。

[0288] 八个过滤单元100包括过滤单元101、过滤单元102、过滤单元103、过滤单元104、过滤单元105、过滤单元106、过滤单元107以及过滤单元108。过滤单元101、过滤单元102、过滤单元103以及过滤单元104被配置为沿一个方向X排列。过滤单元105、过滤单元106、过滤单元107以及过滤单元108被配置为沿一个方向X排列。过滤单元103和过滤单元107被配置为沿另一方向Y排列。过滤单元104和过滤单元108被配置为沿另一方向Y排列。

[0289] 一个过滤单元100所具备的第一电极31、第二电极32、第三电极33以及过滤用材料34与在另一方向Y上相邻的过滤单元100共用。换言之，一个第一电极31、一个第二电极32、一个第三电极33以及一个过滤用材料34由在另一方向Y上相邻的过滤单元100(过滤单元103和过滤单元107的组以及过滤单元104和过滤单元108的组)共用。

[0290] 在过滤单元103和过滤单元107中，多个电极在一个方向X上(从图20的上朝向下)，按第三电极33、第一电极31、第二电极32的顺序排列。在过滤单元104和过滤单元108中，多个电极在一个方向X上(从图20的上朝向下)，按第二电极32、第一电极31、第三电极33的顺序排列。

[0291] 过滤单元102所具备的第三电极33与在一个方向X上相邻的过滤单元103共用。过滤单元106所具备的第三电极33与在一个方向X上相邻的过滤单元107共用。换言之，沿一个方向X排列的两个第一滤室30之间通过由在一个方向X上相邻的过滤单元100(过滤单元102和过滤单元103的组以及过滤单元106和过滤单元107的组)共用的第三电极33来划分。

[0292] 浆料(原液)70导入至设于第一过滤装置91B的过滤单元的供给部16A，被供给至第一过滤装置91B的过滤单元101、102的第一滤室30内。

[0293] 设于第一滤室30的第一排出部831排出过滤单元105和过滤单元106的第一滤室30的浓缩浆料(原液)70A的一部分。第二排出部851处于过滤单元105与过滤单元106之间的第二滤室35。第二排出部851是用于将第一中间处理液79a、第二中间处理液79b或第三中间处理液79c从第二滤室35排出的的配管。来自第二排出部851的排出液连接于过滤单元103和过滤单元104的第一滤室30。

[0294] 第三排出部832排出过滤单元107和过滤单元108的第一滤室30的浓缩浆料70A。第四排出部852是用于将处于过滤单元107与过滤单元108之间的第二滤室35的第一中间处理液79a、第二中间处理液79b或第三中间处理液(滤液)79c从第二滤室35排出的配管。

[0295] 需要说明的是,在第一过滤装置91B、第二过滤装置92B以及第三过滤装置93B中,可以不一定沿一个方向X排列四个过滤单元100。沿一个方向X排列的过滤单元100的数量也可以是三个,还可以是五个。此外,配置于沿一个方向X排列的两个第一滤室30之间的第三电极33可以不一定由两个过滤单元100共用。即,也可以在沿一个方向X排列的两个第一滤室30之间配置相互绝缘的两个第三电极33。

[0296] 需要说明的是,在过滤系统200B中,多个过滤单元100也可以被配置为沿与一个方向X和另一方向Y这双方正交的方向(图20中的纸面的进深方向)排列。即,多个过滤单元100也可以被配置为三维排列。

[0297] 第一过滤装置91B、第二过滤装置92B以及第三过滤装置93B分别可以不一定具备四个第一电源51、四个第二电源52以及四个第三电源53。第一电源51、第二电源52以及第三电源53中的作为恒定电压电源的电源的数量可以为一个。例如,在第一电源51和第三电源53为恒定电压电源的情况下,第一电源51和第三电源53的数量可以为一个。在该情况下,一个第一电源51连接于多个第一电极31,一个第三电源53连接于多个第三电极33。

[0298] 在图20中,从设于第一过滤装置91B的过滤单元105、106的第二排出部851排出的附图标记A(滤液(第一中间处理液79a、第二中间处理液79b、第三中间处理液79c))从下段的过滤单元103的浆料供给部16B导入,被供给至过滤单元103、104的第一滤室30内。

[0299] 而且,从第一过滤装置91B的过滤单元107、108的第四排出部852排出的附图标记B(滤液(第一中间处理液79a、第二中间处理液79b、第三中间处理液79c)B导入至设于直列配置的第二过滤装置92B的过滤单元的供给部16A,被供给至第二过滤装置92B的过滤单元101、102的第一滤室30内。

[0300] (实施方式5)

[0301] 图21是实施方式5的过滤装置的示意图。需要说明的是,对与在上述的实施方式中进行了说明的构成要素相同的构成要素标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0302] 如图21所示,实施方式5的过滤装置10具有壳体40、第一滤室400、第一电极401、第二电极402、第三电极403、第一过滤用材料404、第二滤室405、第四电极411、第五电极412、第二过滤用材料414、第三滤室415、第六电极421、第七电极422、第三过滤用材料424、第四滤室425、第一电源61、第二电源62、第四电源64、第五电源65、第六电源66以及第七电源67。

[0303] 第一滤室400是由壳体40的内壁、第一电极401以及第三电极403包围的空间。第一电极401和第二电极402是网状的电极。具体而言,第一电极401具有多个导电细线401a,在多个导电细线401a之间设有多个第一开口401b。第二电极402具有多个导电细线402a,在多个导电细线402a之间设有多个第二开口402b。第二电极402被设为隔着第一过滤用材料404

与第一电极401的一个面(下表面)对置。换言之,第一过滤用材料404设于第一电极401与第二电极402之间。第一电极401和第二电极402被设为与第一过滤用材料404直接相接。第三电极403是板状的构件,被设为隔着第一滤室400与第一电极401的另一个面(上表面)对置。

[0304] 第一过滤用材料404包括过滤膜404a和第一网眼404b。多个第一网眼404b设于过滤膜404a。电场对过滤膜404a起作用。第一过滤用材料404例如使用微滤膜(MF膜(Microfiltration Membrane))。在实施方式5中,第一过滤用材料404由树脂材料等绝缘材料形成。第二滤室405配置于隔着第二电极402与第一电极401相反的一侧。第二滤室405被设为与第二电极402相接。

[0305] 第一电极401与第一电源61的第二端子61b电连接。此外,第一电极401与第二电源62的第一端子62a电连接。第二电极402与第二电源62的第二端子62b电连接。第三电极403和第一电源61的第一端子61a连接于基准电位GND。

[0306] 第一电源61向第一电极401供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同的第一电位V1。第一电位V1例如是－20V。第二电源62向第二电极402供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同,且绝对值比第一电位V1的绝对值大的第二电位V2。第二电位V2例如是－30V。第一电极401的第一电位V1(－20V)与第三电极403的第三电位(0V)的电位差(20V)比第一电位V1(－20V)与第二电极402的第二电位V2(－30V)的电位差(10V)大。需要说明的是,也可以是,过滤装置10还具备第三电源,第三电源向第三电极403供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性不同的第三电位V3(例如+30V)。第一电位V1、第二电位V2以及第三电位V3可以在绝对值为1mV以上且1000V以下的范围进行设定。

[0307] 第四电极411和第五电极412是网状的电极。具体而言,第四电极411具有多个导电细线411a,在多个导电细线411a之间设有多个第四开口411b。第四电极411被配置为在与第二电极402之间隔着第二滤室405。第五电极412具有多个导电细线412a,在多个导电细线412a之间设有多个第五开口412b。第五电极412被设为隔着第二过滤用材料414与第四电极411的一个面(下表面)对置。换言之,第二过滤用材料414设于第四电极411与第五电极412之间。第四电极411和第五电极412被设为与第二过滤用材料414直接相接。第四电极411和第五电极412例如使用钛合金、铝阳极化处理过的铝合金。

[0308] 第二过滤用材料414包括过滤膜414a和第二网眼414b。多个第二网眼414b设于过滤膜414a。电场对过滤膜414a起作用。第二网眼414b的大小与第一过滤用材料404的第一网眼404b相同。第二过滤用材料414例如使用微滤膜(MF膜(Microfiltration Membrane))、超滤膜(UF膜(Ultrafiltration Membrane))等。第二过滤用材料414由树脂材料等绝缘材料形成。第三滤室415配置于隔着第五电极412与第四电极411相反的一侧。第三滤室415被设为与第五电极412相接。

[0309] 第四电极411与第四电源64的第二端子64b电连接。此外,第四电极411与第五电源65的第一端子65a电连接。第五电极412与第五电源65的第二端子65b电连接。第四电源64的第一端子64a连接于基准电位GND。

[0310] 第四电源64向第四电极411供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同的第四电位V4。第四电位V4例如是－40V。第五电源65向第五电极412供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同,且绝对值比第四电位V4的绝对值

大的第五电位V5。第五电位V5例如是－50V。第四电极411的第四电位V4(－40V)与第三电位V3(0V)的电位差(40V)比第四电位V4(－40V)与第五电极412的第五电位(－50V)的电位差(10V)大。第四电位V4(－40V)与第三电位V3(0V)的电位差(40V)比第一电位V1(－20)与第三电位V3(0V)的电位差(20V)大。第四电位V4和第五电位V5可以在绝对值为1mV以上且1000V以下的范围进行设定。

[0311] 第六电极421和第七电极422是网状的电极。具体而言，第六电极421具有多个导电细线421a，在多个导电细线421a之间设有多个第六开口421b。第六电极421被配置为在与第五电极412之间隔着第三滤室415。第七电极422具有多个导电细线422a，在多个导电细线422a之间设有多个第七开口422b。第七电极422被设为隔着第三过滤用材料424与第六电极421的一个面(下表面)对置。换言之，第三过滤用材料424设于第六电极421与第七电极422之间。第六电极421和第七电极422被设为与第三过滤用材料424直接相接。第六电极421和第七电极422例如使用钛合金、铝阳极化处理过的铝合金。

[0312] 第三过滤用材料424包括过滤膜424a和第三网眼424b。多个第三网眼424b设于过滤膜424a。电场对过滤膜424a起作用。第三网眼424b的大小与第二过滤用材料414的第二网眼414b相同。第三过滤用材料424例如使用微滤膜(MF膜(Microfiltration Membrane))。第三过滤用材料424由树脂材料等绝缘材料形成。第四滤室425配置于隔着第七电极422与第六电极421相反的一侧。第四滤室425被设为与第七电极422相接。

[0313] 第六电极421与第六电源66的第二端子66b电连接。此外，第六电极421与第七电源67的第一端子67a电连接。第七电极422与第七电源67的第二端子67b电连接。第六电源66的第一端子66a连接于基准电位GND。

[0314] 第六电源66向第六电极421供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同的第六电位V6。第六电位V6例如是－60V。第七电源67向第七电极422供给极性与第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的极性相同，且绝对值比第六电位V6的绝对值大的第七电位V7。第七电位V7例如是－70V。第六电极421的第六电位V6(－60V)与第三电位V3(0V)的电位差(60V)比第六电位V6(－60V)与第七电极422的第七电位V7(－70V)的电位差(10V)大。第六电位V6(－60V)与第三电位V3(0V)的电位差(60V)比第四电位V4(－40V)与第三电位(0V)的电位差(40V)大。第六电位V6和第七电位V7可以在绝对值为1mV以上且1000V以下的范围进行设定。

[0315] 加压装置99将第四滤室425的滤液79c返回第一滤室400。加压装置99例如是加压泵。使用加压装置99和配管来输送液体的构成也被称为液力输送器。加压装置99能对第一滤室400施加比第一滤室400、第二滤室405以及第三滤室415的过滤阻力(压力损失)的合计大的压力。加压装置99的循环流量为第一滤室400、第二滤室405以及第三滤室415中的过滤速度(获取滤液量)最小的滤室的容量以下。

[0316] 在第一滤室400中，对离第一电极401近的位置的第三颗粒76产生更强力的斥力，对离第三电极403近的位置的第三颗粒76产生更强力的引力。对带负电的第三颗粒76产生的斥力和引力的矢量的总和F4作用于箭头所示的方向，即远离第一电极401而接近第三电极403的方向。带负电的第三颗粒76通过电泳向第三电极403侧移动。

[0317] 由此，在第一滤室400中，抑制第三颗粒76堆积在第一电极401的表面和第一过滤用材料404的表面而形成滤饼层。就是说，能抑制第一过滤用材料404的第一网眼404b的过

滤阻力增大。

[0318] 此外，带正电的水分子73在与第一电极401之间产生引力。作用于带正电的水分子73的引力F2作用于箭头所示的方向，即从第三电极403朝向第一电极401的方向。带正电的水分子73向第一电极401侧移动。此时，通过第一电极401与第二电极402之间的电位差以在厚度方向上贯通第一过滤用材料404的方式形成从第一电极401朝向第二电极402的电场。

[0319] 移动至第一电极401侧的水分子73通过电场E受力，被向第二电极402侧拉拽从而穿过第一过滤用材料404。随着带正电的水分子73的移动，不带电的水分子也被拉向第二电极402侧而形成电渗流。由此，包含带正电的水分子73的极性溶剂72流向第二滤室405。如上所述，第三颗粒76通过电泳被拉离第一电极401而向第三电极403侧移动，被分离出第三颗粒76的极性溶剂72被排出，由此能提高第一滤室400内的浆料(原液)70的第三颗粒76的浓度。

[0320] 此外，通过控制在第一电极401与第二电极402之间形成的电场E，也能控制穿过第一过滤用材料404的颗粒水平(粒径)。例如，通过对第一电极401施加第一电位V1＝－20V并对第二电极402施加第二电位V2＝－30V来在第一电极401与第二电极402之间形成势垒电场E。由此，过滤装置10抑制第三颗粒76穿过第一过滤用材料404，容许第四颗粒77和第五颗粒78穿过第一过滤用材料404。因此，能提高第一滤室400内的浆料(原液)70的第三颗粒76的浓度。

[0321] 例如，通过对第四电极411施加第四电位V4＝－40V并对第五电极412施加第五电位V5＝－50V来在第四电极411与第五电极412之间形成势垒电场E。由此，过滤装置10抑制第四颗粒77穿过第二过滤用材料414，容许第五颗粒78穿过第二过滤用材料414。因此，能提高第二滤室405内的第一中间处理液79a的第四颗粒77的浓度。

[0322] 例如，通过对第六电极421施加第六电位V6＝－60V并对第七电极422施加第七电位V7＝－70V来在第六电极421与第七电极422之间形成势垒电场。由此，过滤装置10抑制第五颗粒78穿过第三过滤用材料424。因此，能提高第三滤室415内的第二中间处理液79b的第五颗粒78的浓度。

[0323] 如以上说明的那样，实施方式5的过滤装置10具有：第一电极401，设有多个第一开口401b；第二电极402，设有多个第二开口402b并被设为与第一电极401的一个面对置；第一过滤用材料404，设有多个第一网眼404b并设于第一电极401与第二电极402之间；第一滤室400，被设为与第一电极401的另一个面相接；第三电极403，设于第一滤室400，与第一电极401对置；以及第二滤室405，被设为与第二电极402的另一个面相接。而且，过滤装置10具有：第四电极411，在与第二电极402之间隔着第二滤室405，设有多个第四开口411b；第五电极412，设有多个第五开口412b并被设为与第四电极411的一个面对置；第二过滤用材料414，设有多个第二网眼414b并设于第四电极411与第五电极412之间；以及第三滤室415，被设为与第五电极412的另一个面相接。第一电极401的第一电位V1与第三电极403的第三电位V3的电位差比第一电位V1与第二电极402的第二电位V2的电位差大。第四电极411的第四电位V4与第三电位V3的电位差比第四电位V4与第五电极412的第五电位V5的电位差大。第四电位V4与第三电位V3的电位差比第一电位V1与第三电位V3的电位差大。

[0324] 据此，在过滤装置10中，利用在第一电极401与第三电极403之间对颗粒产生的库仑力F使颗粒沿从第一电极401朝向第三电极403的方向移动。通过这样的电泳，能抑制在第

一电极401的表面和第一过滤用材料404的表面形成滤饼层。此外，通过利用第一电极401与第二电极402之间的电场使水分子73移动而透过第一过滤用材料404的电渗，能将颗粒分离，能提高在第一滤室400内的浆料(原液)70的颗粒的浓缩度。由此，与单纯对浆料(原液)70施加压力来分离粒径比第一过滤用材料404的第一网眼404b大的颗粒的方法相比，能使过滤速度提高至几倍到10倍以上。此外，不同的颗粒分别在第一滤室400和第二滤室405中被分离。过滤装置10能从包含两种颗粒的浆料(原液)70分别分离出第三颗粒76和第四颗粒77。

[0325] 此外，实施方式5的过滤装置10具有：第六电极421，在与第五电极412之间隔着第三滤室415，设有多个第六开口421b；第七电极422，设有多个第七开口422b并被设为与第六电极421的一个面对置；第三过滤用材料424，设有多个第三网眼424b并设于第六电极421与第七电极422之间；以及第四滤室425，被设为与第七电极422的另一个面相接。第六电极421的第六电位V6与第三电位V3的电位差比第六电位V6与第七电极422的第七电位V7的电位差大。第六电位V6与第三电位V3的电位差比第四电位V4与第三电位V3的电位差大。

[0326] 据此，不同的颗粒分别在第一滤室400、第二滤室405以及第三滤室415中被分离。过滤装置10能从包含三种颗粒的浆料(原液)70分别分离出第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78。

[0327] 需要说明的是，被分离出的第三颗粒76、第四颗粒77以及第五颗粒78的各分离物被另行精制，根据其成分的性质被回收作为例如健康食品的添加物、保湿化妆品、生发剂成分等适当的有价物。

[0328] (实施方式6)

[0329] 图22是示意性地表示实施方式6的过滤装置的构成例的剖视图。图23是示意性地表示实施方式6的第三电极的构成例的俯视图。需要说明的是，对与在上述的实施方式中进行了说明的构成要素相同的构成要素标注相同的附图标记并省略重复的说明。

[0330] 如图22所示，实施方式6的过滤装置10中，将实施方式2的第三电极33设为可旋转。实施方式6的过滤装置10除了具备实施方式1的构成之外，还具备马达M和即使连接导体56旋转也能供给电位的电极刷BE。马达M旋转连接导体56，旋转第三电极33。

[0331] 如图23所示，第三电极33具有露出于树脂制的基体材料33B的表面的厚度例如为1mm～2mm左右的带叶片电极33A。带叶片电极33A具备多个叶片部33p和将多个叶片部33p电连接的中央部33C。连接导体56抵接于中央部33C的背面，向第三电极33供给第三电位V3。

[0332] 第一颗粒71在第三电极33的周围滞留。当第一颗粒71的滞留时间长时，第一颗粒71可能会变性。实施方式6的过滤装置10使第三电极33旋转，因此，能搅拌第三电极33的周围的极性溶剂72。其结果是，第一颗粒71移动，能抑制持续存在于第三电极33的表面附近。其结果是，能抑制第一颗粒71的变性，使第一电极31与第三电极33之间的电场分布均匀。

[0333] 实施方式6的过滤装置10中，也可以将实施方式2以外的上述的实施方式的第三电极33设为可旋转。此外，在实施方式6中，第三电极33旋转，但也可以是，第一电极31和第二电极32旋转。

[0334] (变形例)

[0335] 需要说明的是，实施方式1至实施方式6的浆料(原液)70的溶剂虽然举例示出了作为极性溶剂的带正电的水分子73，但本实施方式不限定于此，也可以是非极性溶剂(例如甲

苯、二氧六环、EG(乙二醇)、THF(四氢呋喃)、油(植物油、矿物油)等)。

[0336] 需要说明的是,上述的实施方式用于使本公开容易理解,不用于限定、解释本公开。本公开在不脱离其主旨的情况下,可以进行变更、改进,并且其等效物也包括在本公开中。

[0337] (附记)

[0338] 本实施方式包括以下的构成。

[0339] (1)

[0340] 一种过滤装置,包括:第一电极,设有多个第一开口;第二电极,设有多个第二开口并被设为与所述第一电极的一个面对置;过滤用材料,设有多个网眼并设于所述第一电极与所述第二电极之间;滤室,被设为与所述第一电极的另一个面相接,被供给包含分离对象的颗粒和液体的对象处理液;以及第三电极,隔着所述滤室与所述第一电极对置。

[0341] (2)

[0342] 根据上述(1)所述的过滤装置,其中,向所述第一电极供给极性与所述颗粒的极性相同的第一电位,向所述第二电极供给极性与所述颗粒的极性相同,且绝对值与所述第一电位的绝对值不同的第二电位。

[0343] (3)

[0344] 根据上述(2)所述的过滤装置,还具有:第一电源,向所述第一电极供给极性与所述颗粒的极性相同的所述第一电位;以及第二电源,向所述第二电极供给极性与所述颗粒的极性相同的所述第二电位,所述第三电极连接于基准电位。

[0345] (4)

[0346] 根据上述(3)所述的过滤装置,其中,所述第二电位的绝对值比所述第一电位的绝对值大,所述第一电位与所述基准电位的电位差比所述第一电位与所述第二电位的电位差大。

[0347] (5)

[0348] 根据上述(3)或上述(4)所述的过滤装置,其中,所述第一电源为恒定电压源,所述第二电源为恒定电流源。

[0349] (6)

[0350] 根据上述(1)所述的过滤装置,还具有:第一电源,向所述第一电极供给极性与所述颗粒的极性相同的第一电位;第二电源,向所述第二电极供给极性与所述颗粒的极性相同的第二电位;以及第三电源,向所述第三电极供给极性与所述颗粒的极性不同的第三电位。

[0351] (7)

[0352] 根据上述(6)所述的过滤装置,其中,所述第二电位的绝对值比所述第一电位的绝对值大,所述第一电位与所述第三电位的电位差比所述第一电位与所述第二电位的电位差大。

[0353] (8)

[0354] 根据上述(6)或上述(7)所述的过滤装置,其中,所述第一电源和所述第三电源为恒定电压源,所述第二电源为恒定电流源。

[0355] (9)

[0356] 根据上述(1)至上述(8)中任一个所述的过滤装置,其中,在与所述第一电极的表面垂直的方向上,按所述第二电极、所述过滤用材料、所述第一电极、所述滤室、所述第三电极的顺序层叠,所述第一电极与所述第二电极之间的距离比所述第一电极与所述第三电极之间的距离小。

[0357] (10)

[0358] 根据上述(1)至上述(9)中任一个所述的过滤装置,其中,所述网眼的大小比所述第一开口和所述第二开口小。

[0359] (11)

[0360] 根据上述(1)至上述(10)中任一个所述的过滤装置,还具有:侧部壳体,具有贯通孔;下部壳体,支承所述侧部壳体;以及上部壳体,被插入至所述侧部壳体的所述贯通孔,所述第一电极、所述第二电极以及所述过滤用材料的外缘夹在所述侧部壳体与所述下部壳体之间而被固定,所述第三电极固定于所述上部壳体的与所述下部壳体对置的面,所述滤室形成于由所述第一电极、所述第二电极以及所述过滤用材料、所述侧部壳体的内壁、所述第三电极包围的空间。

[0361] (12)

[0362] 根据上述(1)至上述(11)中任一个所述的过滤装置,其中,所述第三电极旋转。

[0363] (13)

[0364] 一种过滤装置,具有多个过滤单元,其中,所述过滤单元包括:第一电极,设有多个第一开口;第二电极,设有多个第二开口,并且被设为与所述第一电极的一个面对置;过滤用材料,设有多个网眼,并且设于所述第一电极与所述第二电极之间;第一滤室,被设为与所述第一电极的另一个面相接;以及第三电极,设于所述第一滤室,并且与所述第一电极对置,两个所述过滤单元被配置为沿一个方向排列,所述过滤装置具备设于两个所述第二电极之间的第二滤室。

[0365] (14)

[0366] 根据上述(13)所述的过滤装置,其中,在一个所述过滤单元中,多个电极在所述一个方向上,按所述第三电极、所述第一电极、所述第二电极的顺序排列,在另一个所述过滤单元中,多个电极在所述一个方向上,按所述第二电极、所述第一电极、所述第三电极的顺序排列。

[0367] (15)

[0368] 根据上述(13)或上述(14)所述的过滤装置,其中,在所述第一滤室连接有:供给部,用于供给对象处理液;以及第一排出部,设于与所述供给部不同的位置,用于排出所述对象处理液的一部分。

[0369] (16)

[0370] 根据上述(13)至上述(15)中任一个所述的过滤装置,其中,两个所述过滤单元被配置为沿与所述一个方向正交的另一方向排列。

[0371] (17)

[0372] 根据上述(13)至上述(16)中任一个所述的过滤装置,其中,在所述第二滤室连接有用于排出处于所述第二滤室的滤液的第二排出部。

[0373] (18)

[0374] 根据上述(13)至上述(17)中任一个所述的过滤装置,其中,被配置为排列三个以上的所述过滤单元,排列的两个所述第一滤室之间通过由相邻的所述过滤单元共用的所述第三电极来划分。

[0375] (19)

[0376] 根据上述(13)至上述(18)中任一个所述的过滤装置,其中,在一个所述过滤单元中,所述第二电极的第二电位的绝对值比所述第一电极的第一电位的绝对值大,所述第一电位与所述第三电极的第三电位的电位差比所述第一电位与所述第二电位的电位差大。

[0377] (20)

[0378] 根据上述(13)至上述(19)中任一个所述的过滤装置,其中,包括作为恒定电压电源的第一电源,一个所述第一电源向多个所述第一电极供给第一电位。

[0379] (21)

[0380] 根据上述(13)至上述(20)中任一个所述的过滤装置,其中,在将第二电源设为恒定电压电源的情况下,一个所述第二电源向多个所述第二电极供给第二电位。

[0381] (22)

[0382] 根据上述(13)至上述(21)中任一个所述的过滤装置,其中,包括作为恒定电压电源的第三电源,一个所述第三电源向多个所述第三电极供给第三电位。

[0383] (23)

[0384] 一种过滤系统,其中,具备第一过滤装置和第二过滤装置,所述第一过滤装置和所述第二过滤装置分别具有:第一电极,设有多个第一开口;第二电极,设有多个第二开口并被设为与所述第一电极的一个面对置;过滤用材料,设有多个网眼并设于所述第一电极与所述第二电极之间;第一滤室,被设为与所述第一电极的另一个面相接;第三电极,设于所述第一滤室,与所述第一电极对置;以及第二滤室,被设为与所述第二电极的另一个面相接,所述第一过滤装置的第二滤室的中间处理液被供给至所述第二过滤装置的第一滤室。

[0385] (24)

[0386] 根据上述(23)所述的过滤系统,其中,所述第二电极的第二电位的绝对值比所述第一电极的第一电位的绝对值大,所述第一电位与所述第三电极的第三电位的第一电位差比所述第一电位与所述第二电位的第二电位差大,所述第二过滤装置的第一电位差比所述第一过滤装置的第一电位差大。

[0387] (25)

[0388] 根据上述(23)或上述(24)所述的过滤系统,其中,还具备加压装置,所述加压装置用于向所述第二过滤装置中的第一滤室供给所述第一过滤装置中的第二滤室的中间处理液。

[0389] (26)

[0390] 根据上述(23)至上述(25)中任一个所述的过滤系统,其中,还具备第三过滤装置,所述第三过滤装置具有:第一电极,设有多个第一开口;第二电极,设有多个第二开口并被设为与该第一电极的一个面对置;过滤用材料,设有多个网眼并设于该第一电极与该第二电极之间;第一滤室,被设为与该第一电极的另一个面相接;第三电极,设于该第一滤室,与该第一电极对置;以及第二滤室,被设为与该第二电极的另一个面相接,在所述第三过滤装置中,所述第一电极的第一电位与所述第三电极的第三电位的第一电位差比所述第一电位

与所述第二电极的第二电位的第二电位差大，所述第二过滤装置中的第二滤室的中间处理液被供给至所述第三过滤装置中的第一滤室，所述第三过滤装置的第一电位差比所述第二过滤装置的第一电位差大。

[0391] (27)

[0392] 一种过滤装置，具有：第一电极，设有多个第一开口；第二电极，设有多个第二开口并被设为与所述第一电极的一个面对置；第一过滤用材料，设有多个第一网眼并设于所述第一电极与所述第二电极之间；第一滤室，被设为与所述第一电极的另一个面相接；第三电极，设于所述第一滤室，与所述第一电极对置；第二滤室，被设为与所述第二电极的另一个面相接；第四电极，在与所述第二电极之间隔着所述第二滤室，设有多个第四开口；第五电极，设有多个第五开口并被设为与所述第四电极的一个面对置；第二过滤用材料，设有多个第二网眼并设于所述第四电极与所述第五电极之间；以及第三滤室，被设为与所述第五电极的另一个面相接，所述第一电极的第一电位与所述第三电极的第三电位的电位差比所述第一电位与所述第二电极的第二电位的电位差大，所述第四电极的第四电位与所述第三电位的电位差比所述第四电位与所述第五电极的第五电位的电位差大，所述第四电位与所述第三电位的电位差比所述第一电位与所述第三电位的电位差大。

[0393] (28)

[0394] 根据上述(27)所述的过滤装置，具有：第六电极，在与所述第五电极之间隔着第三滤室，设有多个第六开口；第七电极，设有多个第七开口并被设为与所述第六电极的一个面对置；第三过滤用材料，设有多个第三网眼并设于所述第六电极与所述第七电极之间；以及第四滤室，被设为与所述第七电极的另一个面相接，所述第六电极的第六电位与所述第三电位的电位差比所述第六电位与所述第七电极的第七电位的电位差大，所述第六电位与所述第三电位的电位差比所述第四电位与所述第三电位的电位差大。

[0395] 附图标记说明：

[0396] 10：过滤装置；

[0397] 11：上部壳体；

[0398] 12：盖部；

[0399] 13：侧部壳体；

[0400] 14：下部壳体；

[0401] 15：导体；

[0402] 16：浆料供给部；

[0403] 17：浆料供给阀；

[0404] 18：空气排出部；

[0405] 19：空气排出阀；

[0406] 22：排出部；

[0407] 30：第一滤室；

[0408] 31：第一电极；

[0409] 31a、32a：导电细线；

[0410] 31b：第一开口；

[0411] 32：第二电极；

[0412] 32b:第二开口;

[0413] 33:第三电极;

[0414] 34:过滤用材料;

[0415] 34a:过滤膜;

[0416] 34b:网眼;

[0417] 35:第二滤室;

[0418] 51:第一电源;

[0419] 52:第二电源;

[0420] 53:第三电源;

[0421] 70:浆料(原液);

[0422] 70A:浓缩浆料;

[0423] 71:第一颗粒(分离对象的颗粒);

[0424] 72:极性溶剂;

[0425] 73:水分子;

[0426] 74:第二颗粒;

[0427] 75:滤液;

[0428] 76:第三颗粒;

[0429] 77:第四颗粒;

[0430] 78:第五颗粒;

[0431] 100、101～108、110:过滤单元;

[0432] 200A、200B、300A、300B:过滤系统;

[0433] F1:对第一颗粒产生的斥力;

[0434] F2:作用于水分子的引力;

[0435] F3:对第一颗粒产生的斥力与引力;

[0436] F4:对第三颗粒产生的斥力与引力;

[0437] F5:对第四颗粒产生的斥力与引力;

[0438] F6:对第五颗粒产生的斥力与引力。

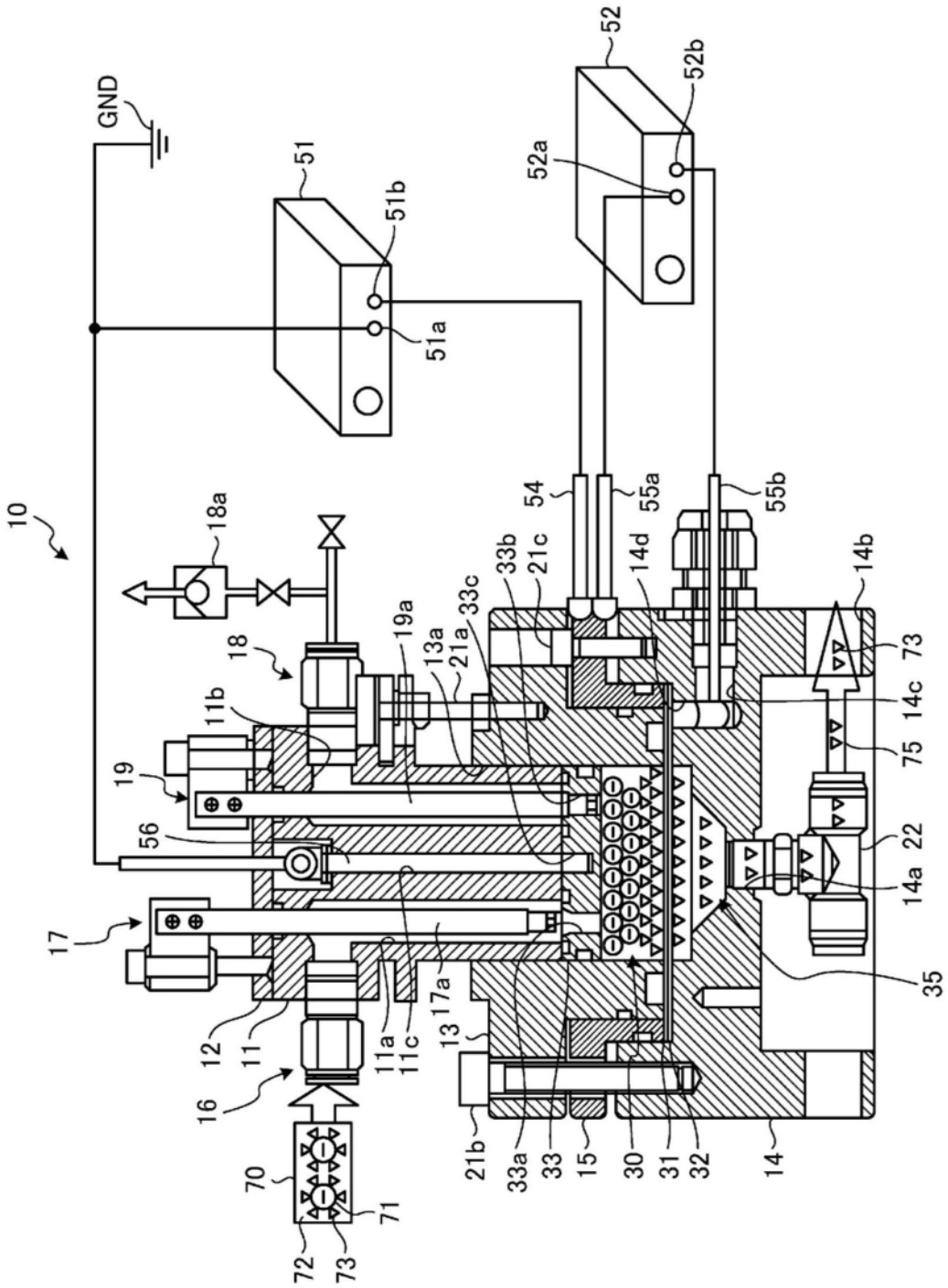

GND
51
51b
51a
52
52b
52a
10
18a
18
19
19a
13a
21a
33c
33b
21c
54
55a
55b
14d
14b
73
14c
75
22
14a
35
11b
56
17
17a
13
12
11
11a
11c
16
70
71
72
73
21b
33a
33
15
30
31
32
14

图1

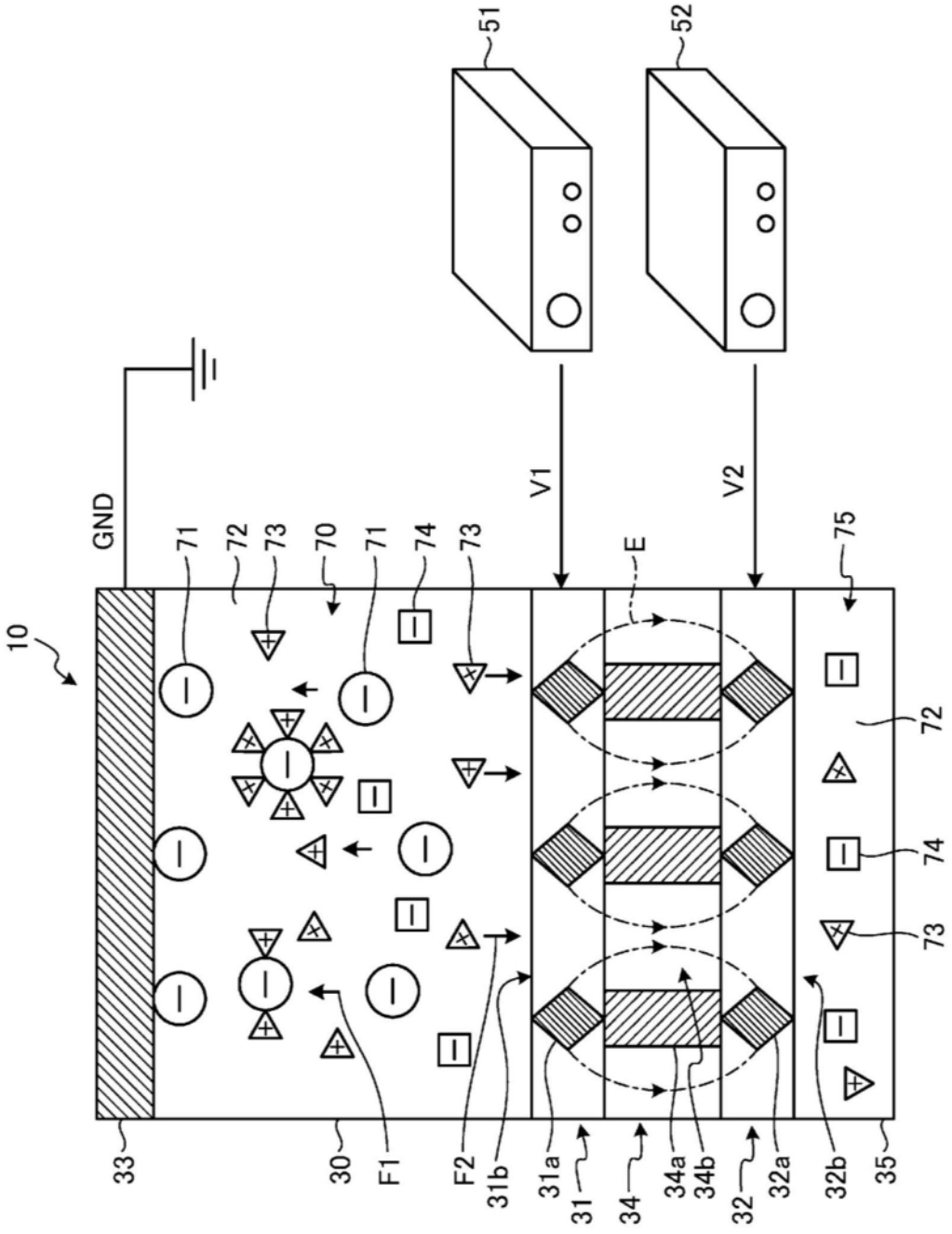

51
52
V1
V2
GND
71
72
73
70
71
74
73
E
75
10
72
74
73
33
30
F1
F2
31b
31a
31
34
34a
34b
32
32a
32b
35

图2

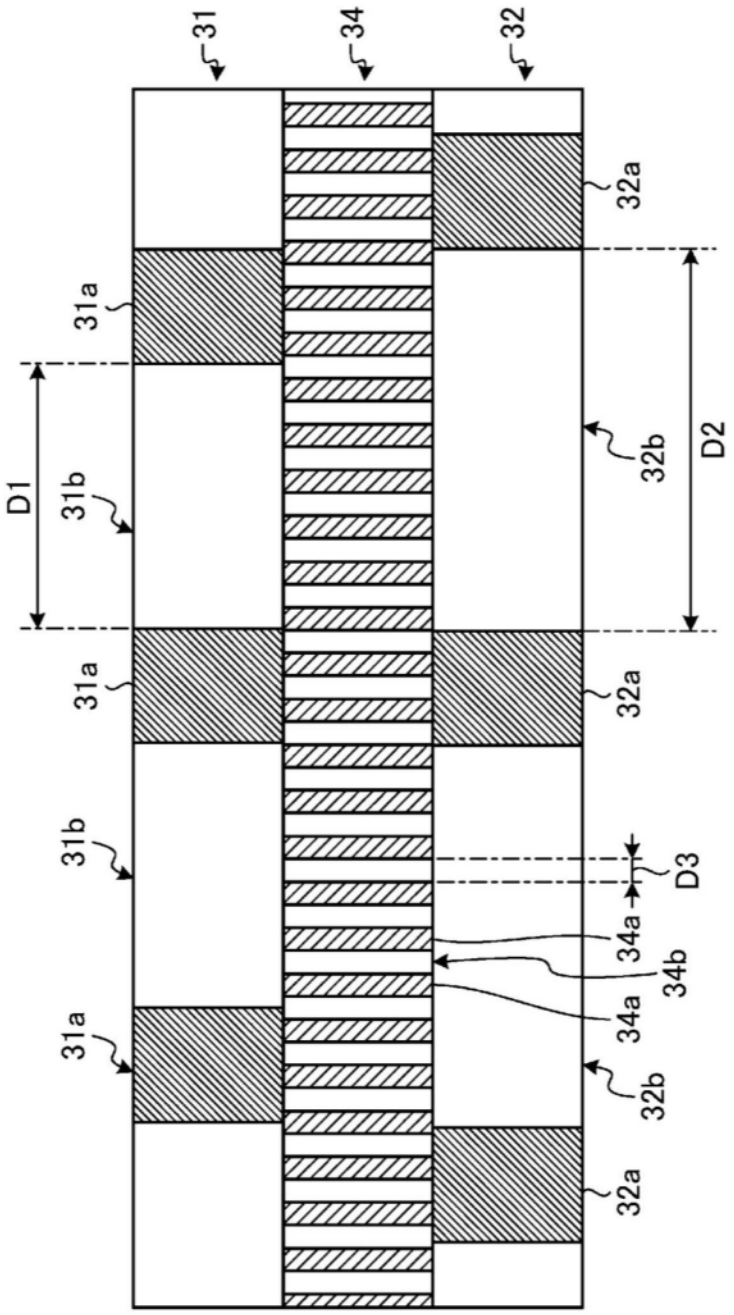

31
34
32
32a
31a
D1
31b
32b
D2
31a
32a
31b
D3
34a
34b
34a
31a
32b
32a

图3

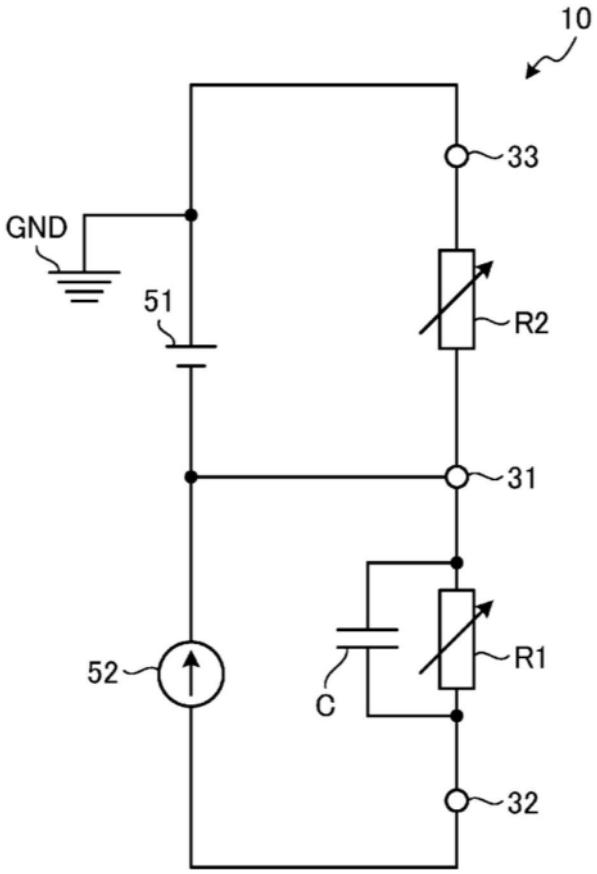


图4

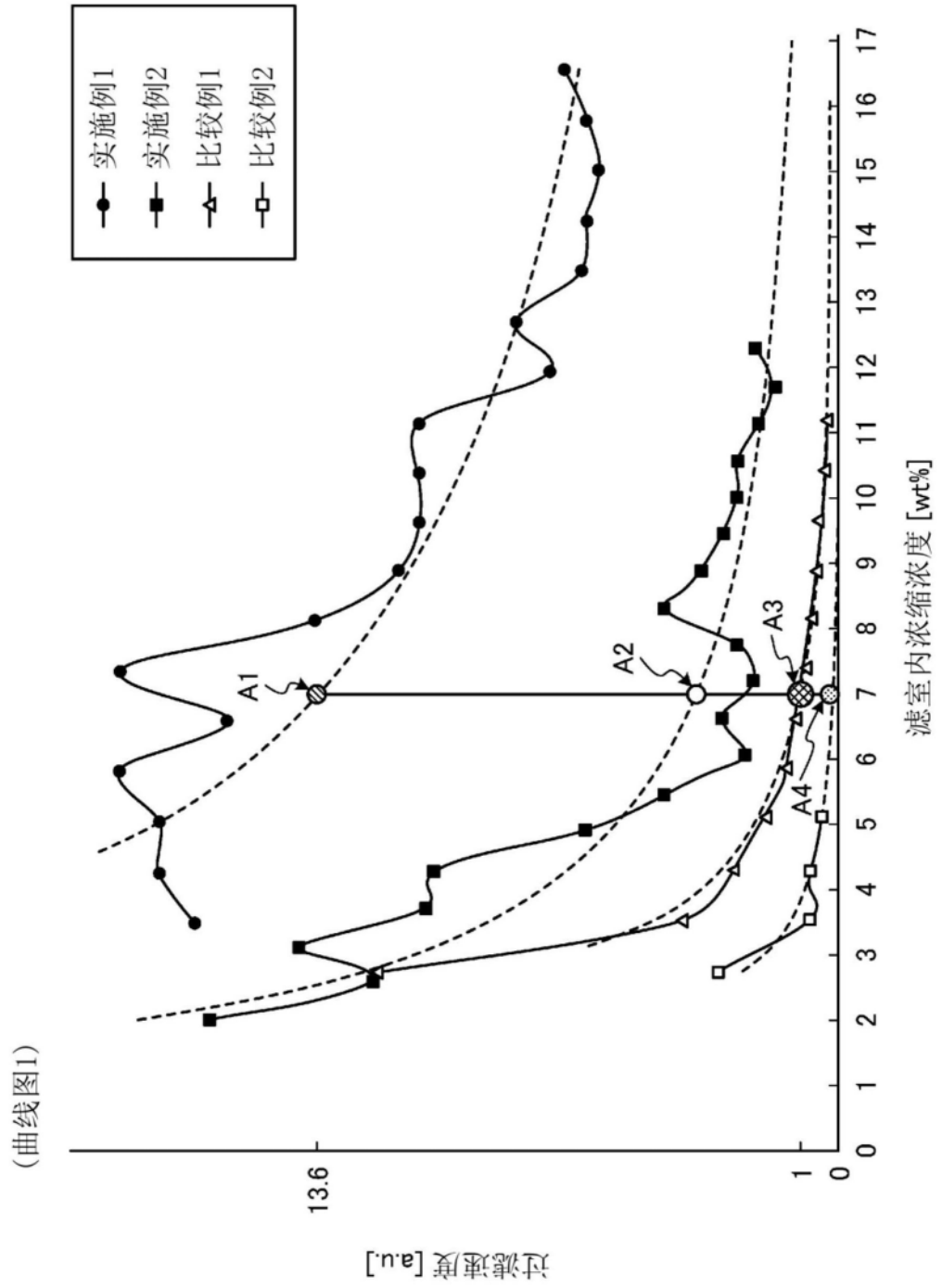
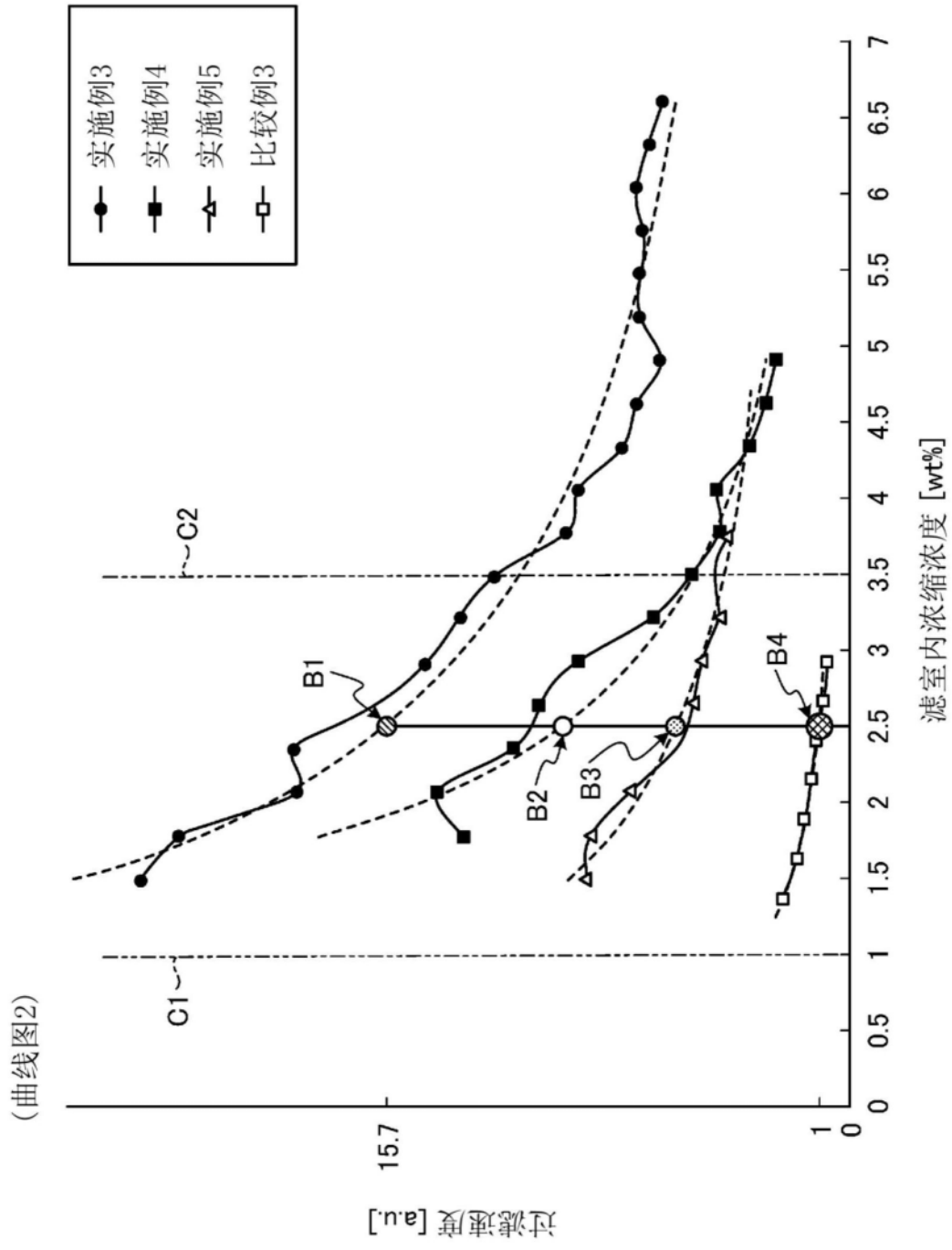

实施例1
实施例2
比较例1
比较例2
A1
A2
A3
A4
13.6
1
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
滤室内浓缩浓度 [wt%]
过滤速度 [a.u.]
(曲线图1)

图5


实施例3
实施例4
实施例5
比较例3
C1
C2
B1
B2
B3
B4
过滤速度 [a.u.]
15.7
1
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
7
滤室内浓缩浓度 [wt%]

(曲线图2)

图6

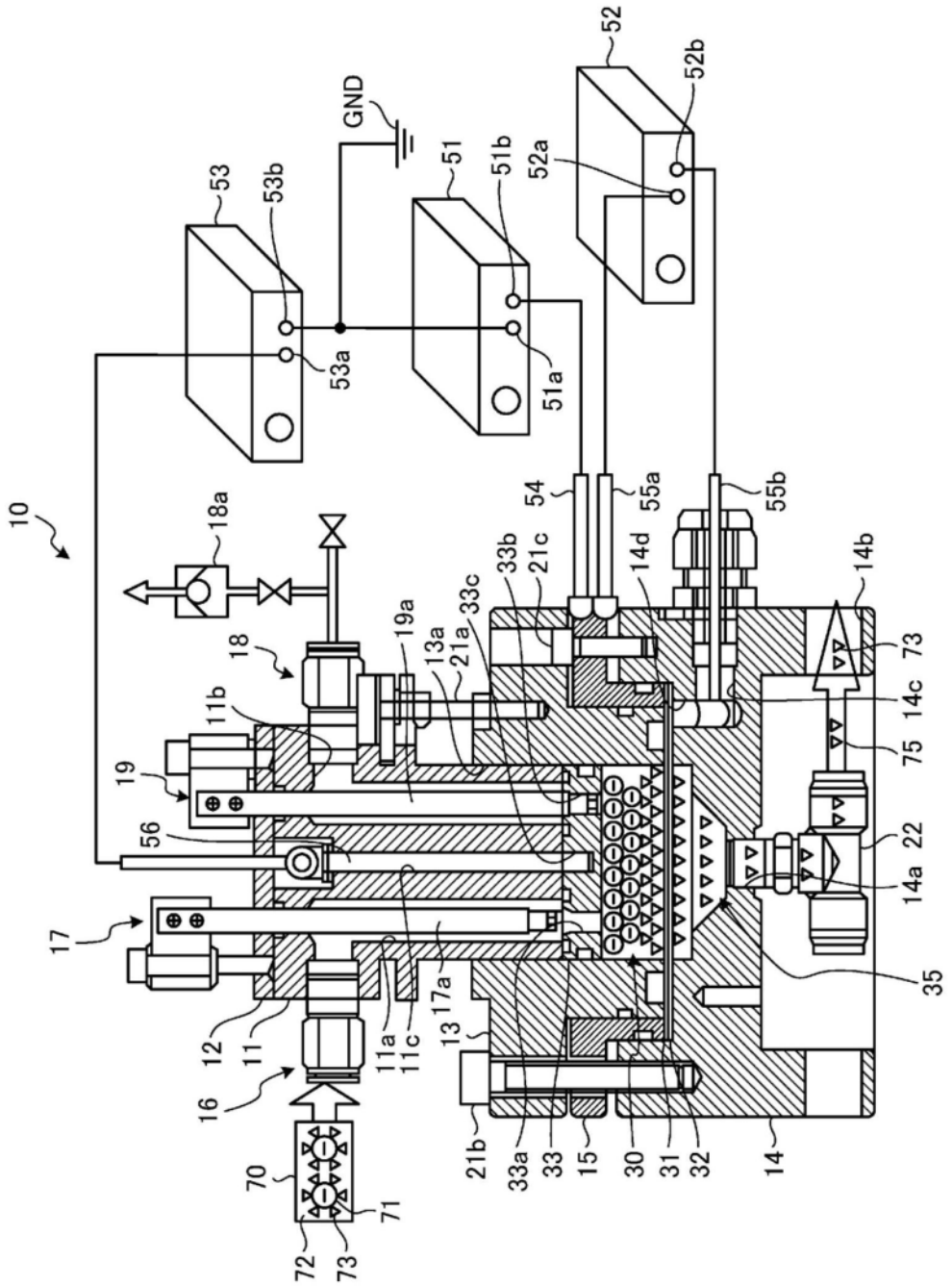

52
52b
GND
51
51b
52a
53
53b
53a
51a
54
55a
55b
10
18a
33b
21c
14d
14b
18
19a
13a
21a
33c
73
14c
11b
19
75
56
22
14a
17
35
17a
12
11
11a
11c
13
16
21b
33a
33
15
30
31
32
14
70
71
72
73

图7

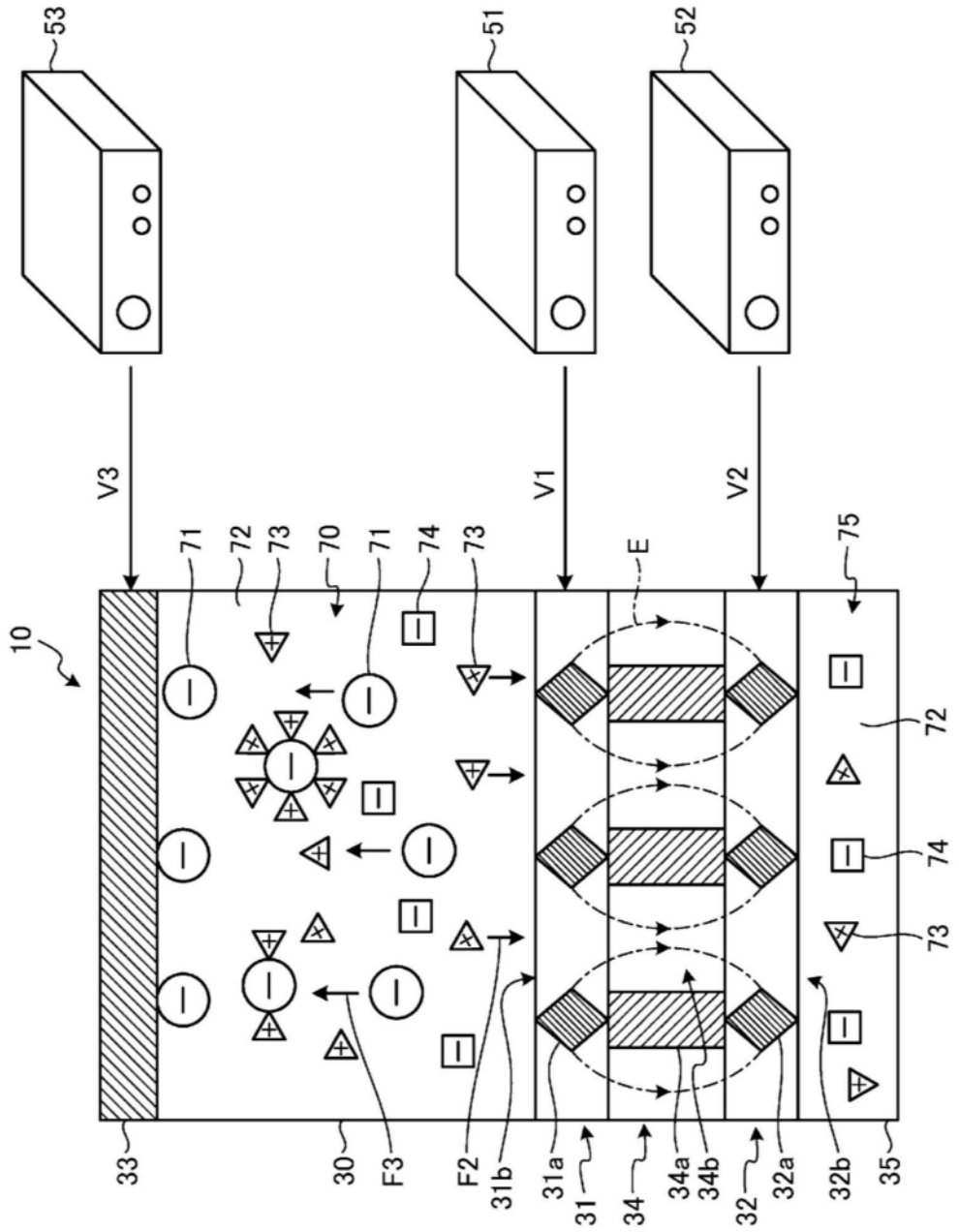

53
51
52
V3
V1
V2
71
72
73
70
71
74
73
E
75
10
72
74
73
33
30
F3
F2
31b
31a
31
34
34a
34b
32
32a
32b
35

图8

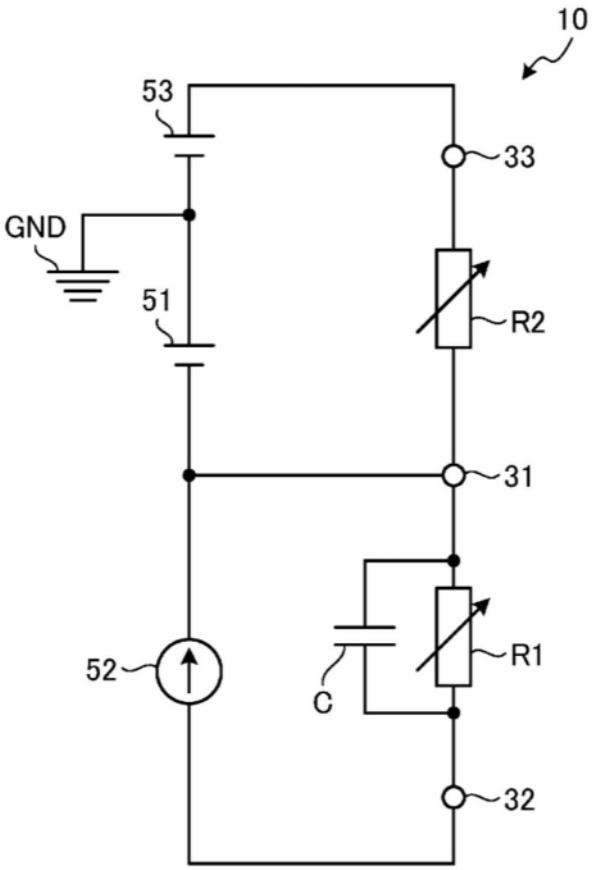


图9

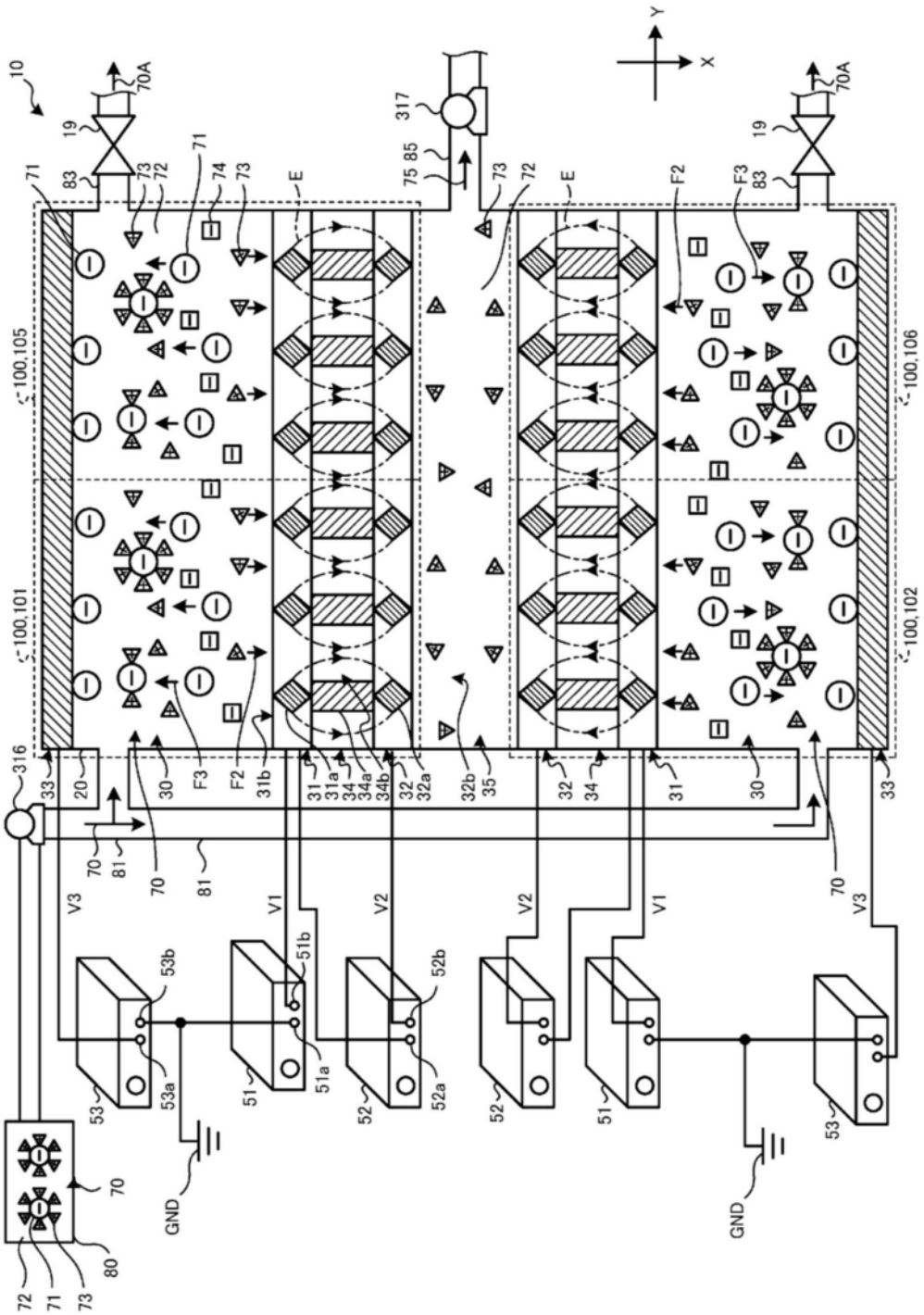

10
70A
19
71
83
73
72
74
E
317
75 85
F2
F3
Y
X
100,105
100,106
100,101
100,102
316
33
20
30
31b
31
31a
34
34a
34b
32
32a
32b
35
V3
V1
V2
70
81
51b
52b
53b
53a
51a
52a
51
52
53
GND
80

图10

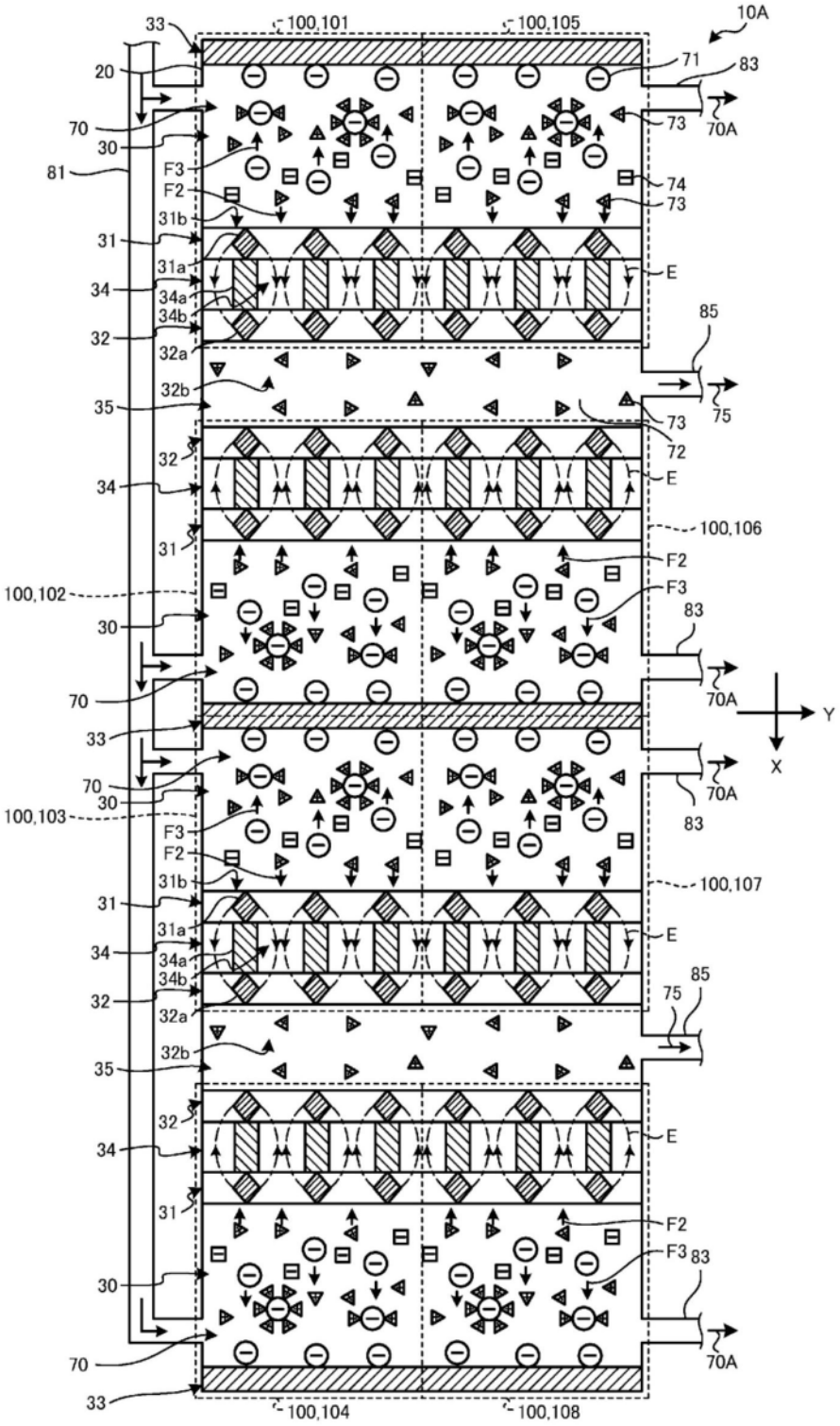

10A
33
100,101
100,105
20
71
83
70
30
73
70A
81
F3
F2
74
31b
73
31
31a
E
34
34a
34b
85
32
32a
32b
75
35
73
72
32
E
34
100,106
31
F2
100,102
F3
30
83
70A
70
Y
33
X
70
30
70A
100,103
83
F3
F2
31b
100,107
31
31a
E
34
34a
34b
85
32
75
32a
32b
35
32
E
34
31
F2
F3
83
30
70A
70
33
100,104
100,108

图11

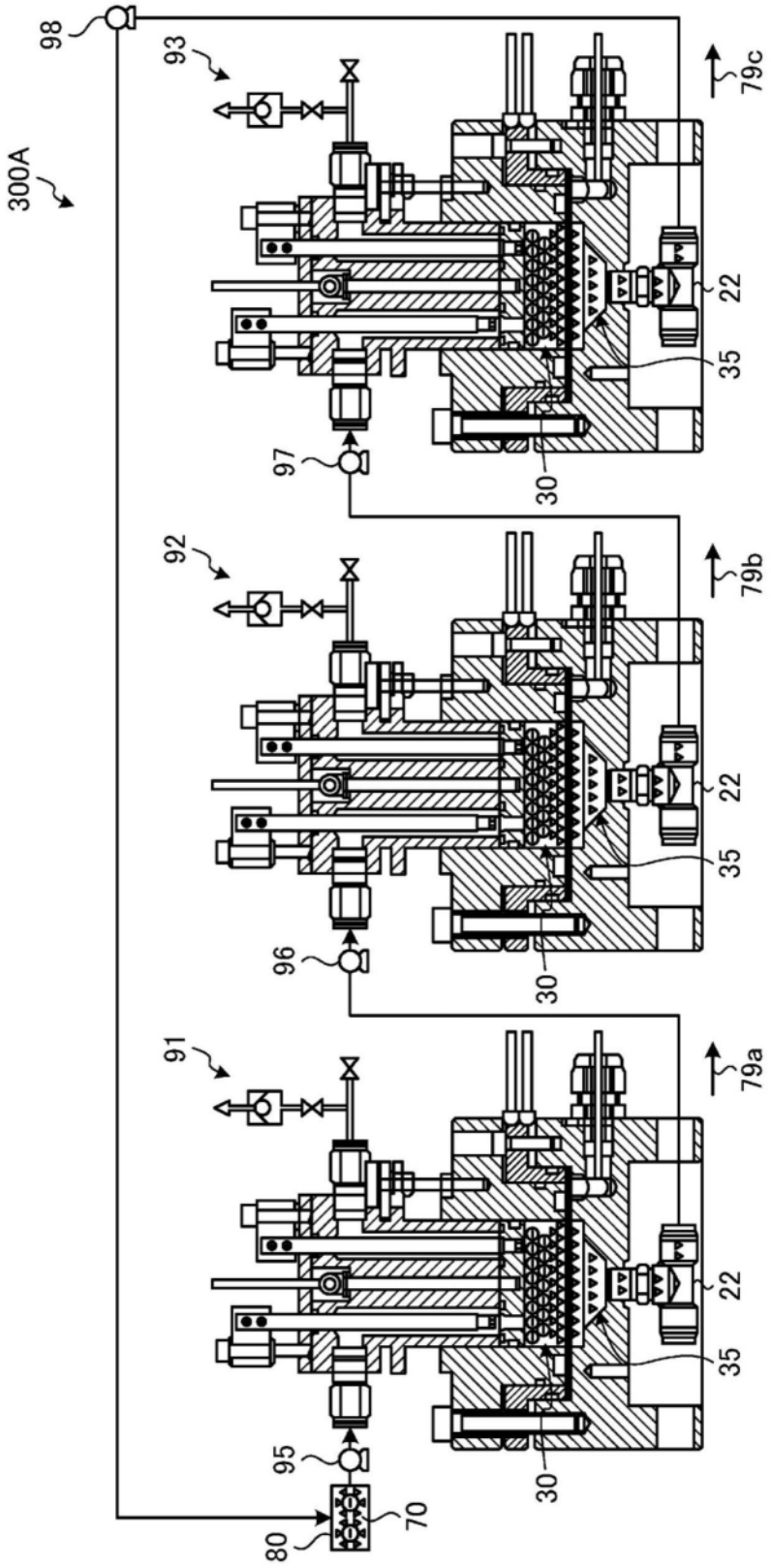


图12A

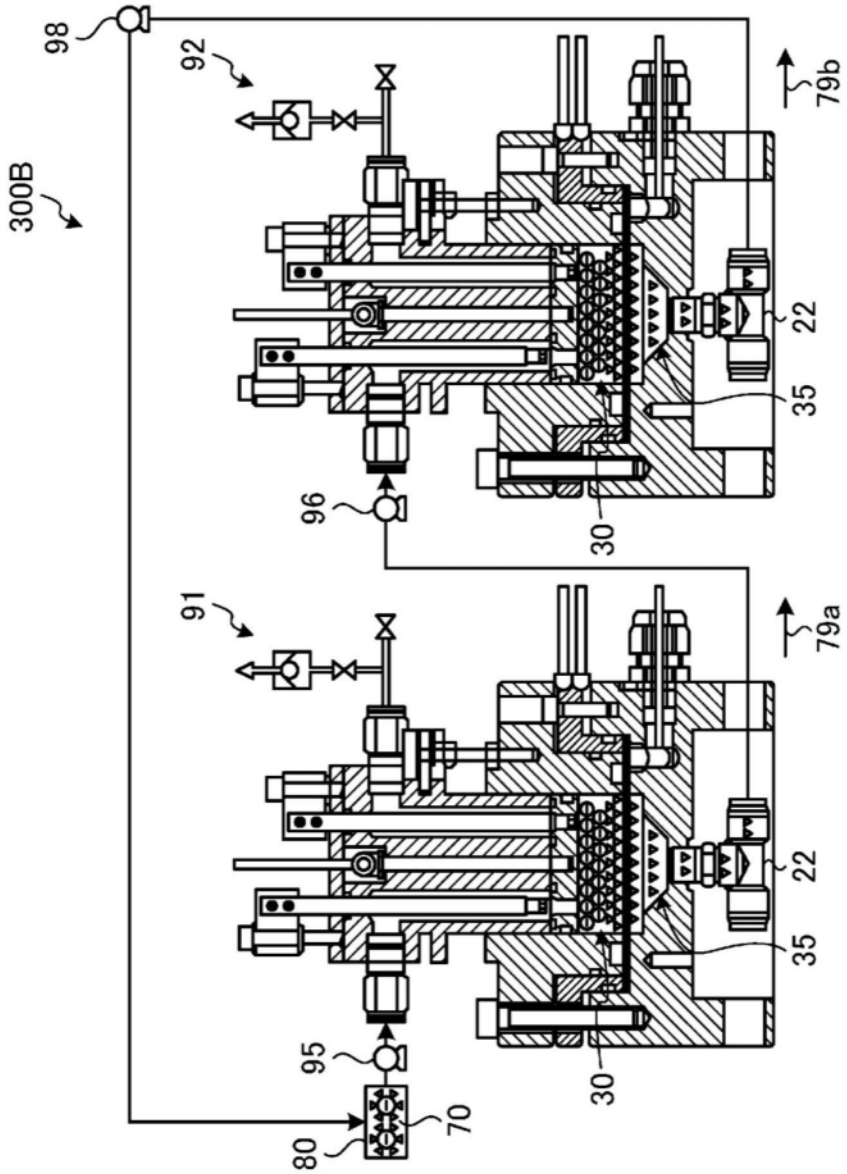


图12B

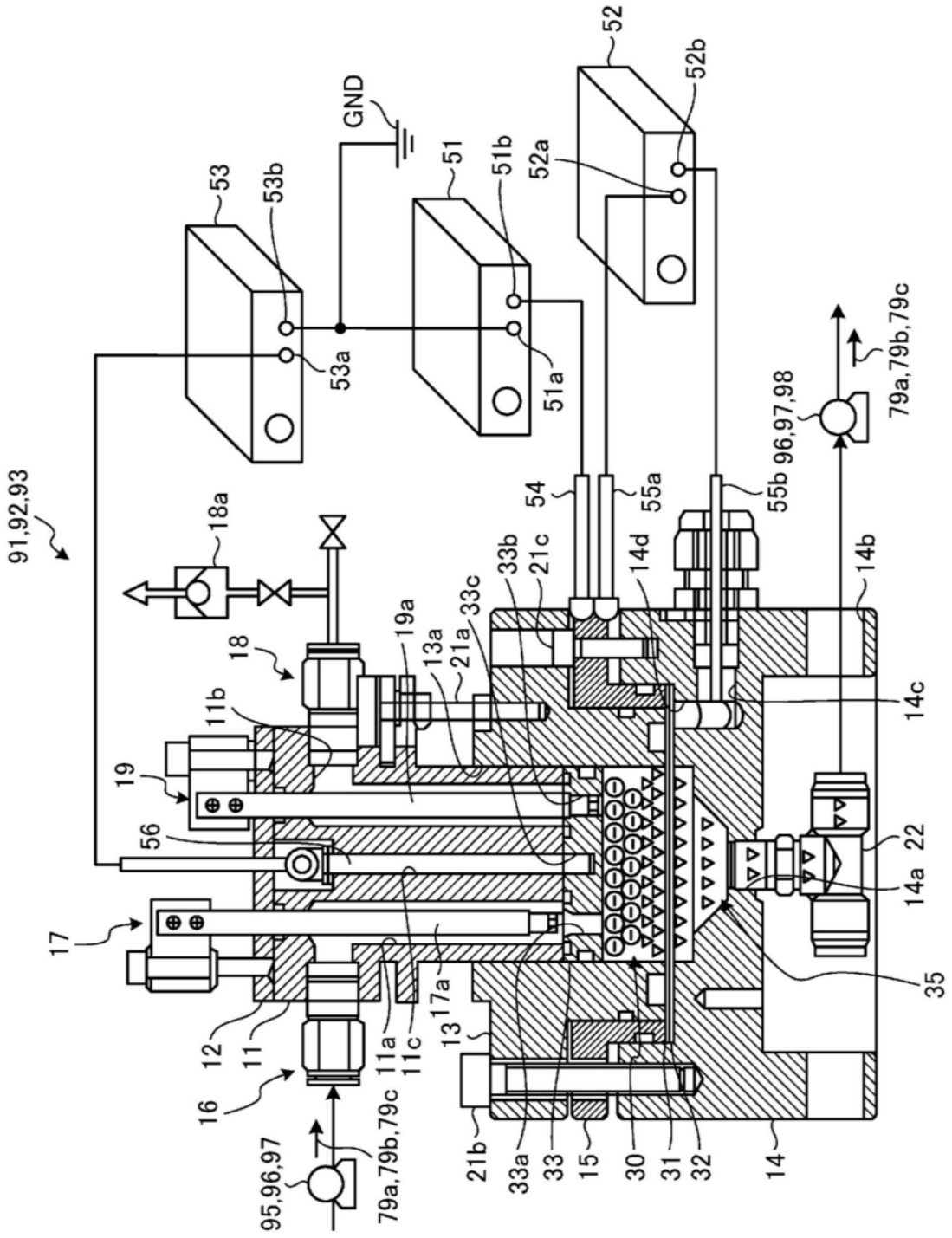

91,92,93
GND
53
53b
53a
51
51b
51a
52
52b
52a
18a
18
19
19a
13a
21a
33c
33b
21c
54
55a
55b
96,97,98
79a,79b,79c
14d
14b
14c
22
14a
35
56
17
17a
13
12
11
11a
11c
16
95,96,97
21b
33a
33
15
30
31
32
14

图13

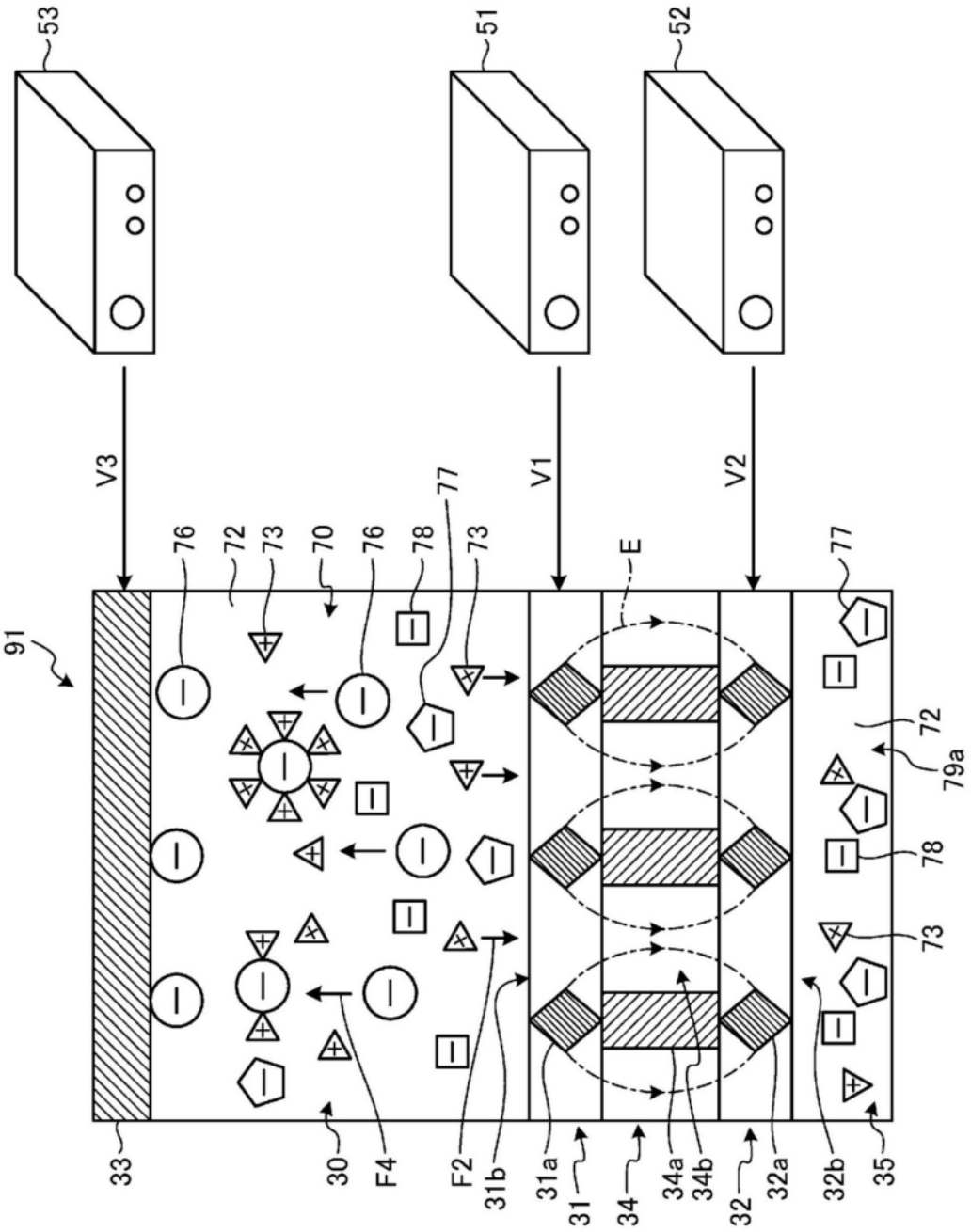

53
51
52
V3
V1
V2
91
76
72
73
70
76
78
77
73
E
77
72
79a
78
73
33
30
F4
F2
31b
31a
31
34
34a
34b
32
32a
32b
35

图14

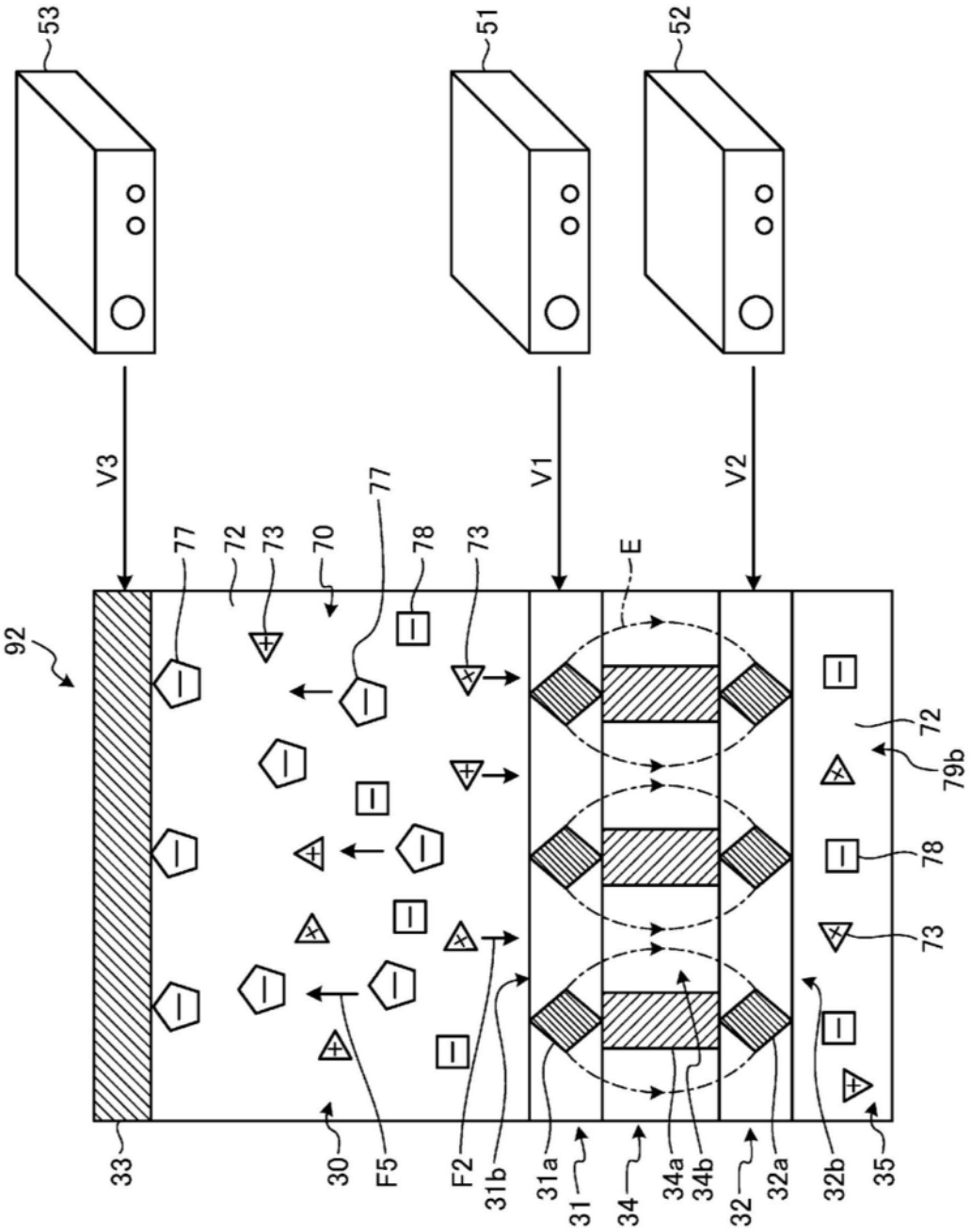

53
51
52
V3
V1
V2
77
72
73
70
77
78
73
E
92
72
79b
78
73
33
30
F5
F2
31b
31a
31
34
34a
34b
32
32a
32b
35

图15

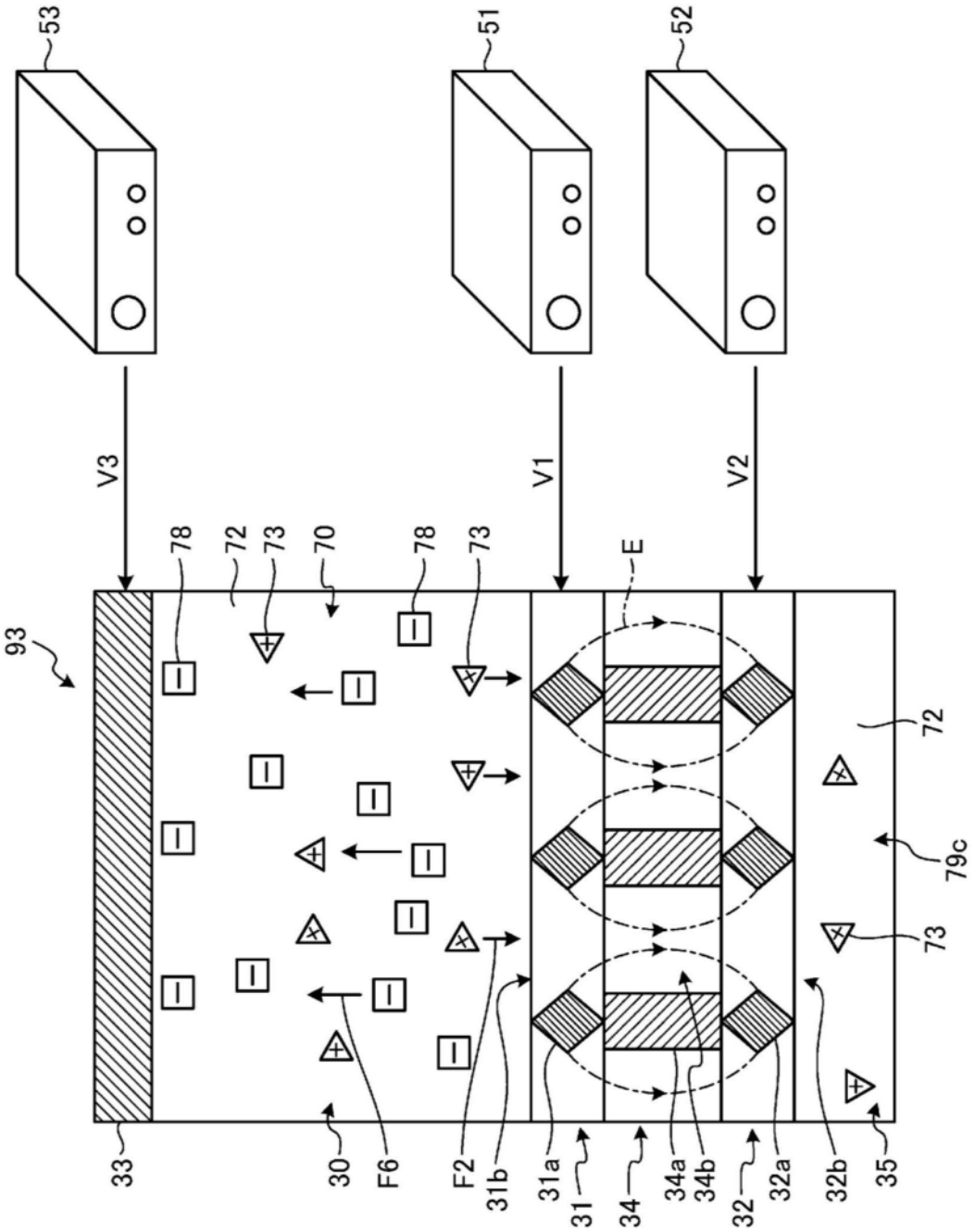

53
51
52
V3
V1
V2
78
72
73
70
78
73
E
93
72
79c
73
33
30
F6
F2
31b
31a
31
34
34a
34b
32
32a
32b
35

图16

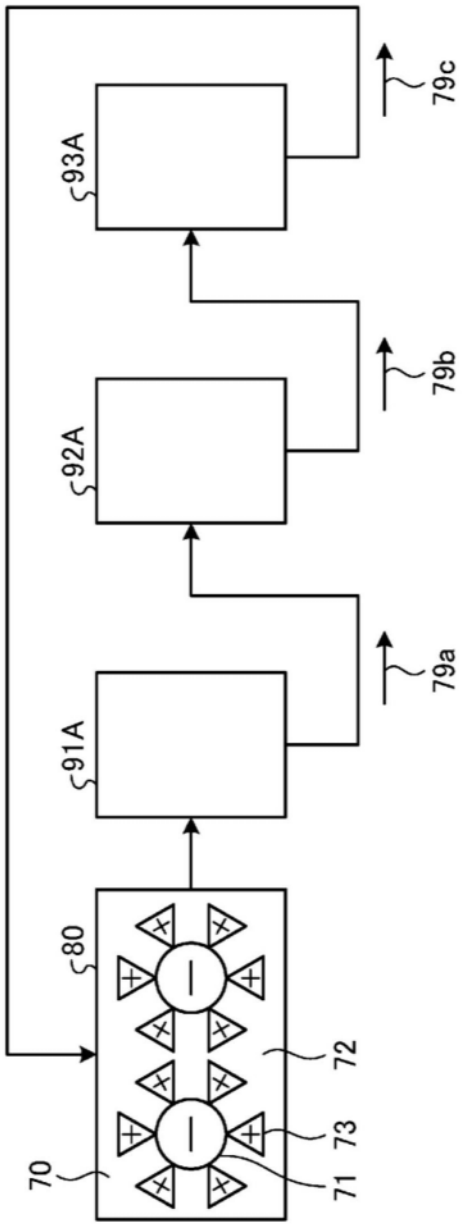


图17

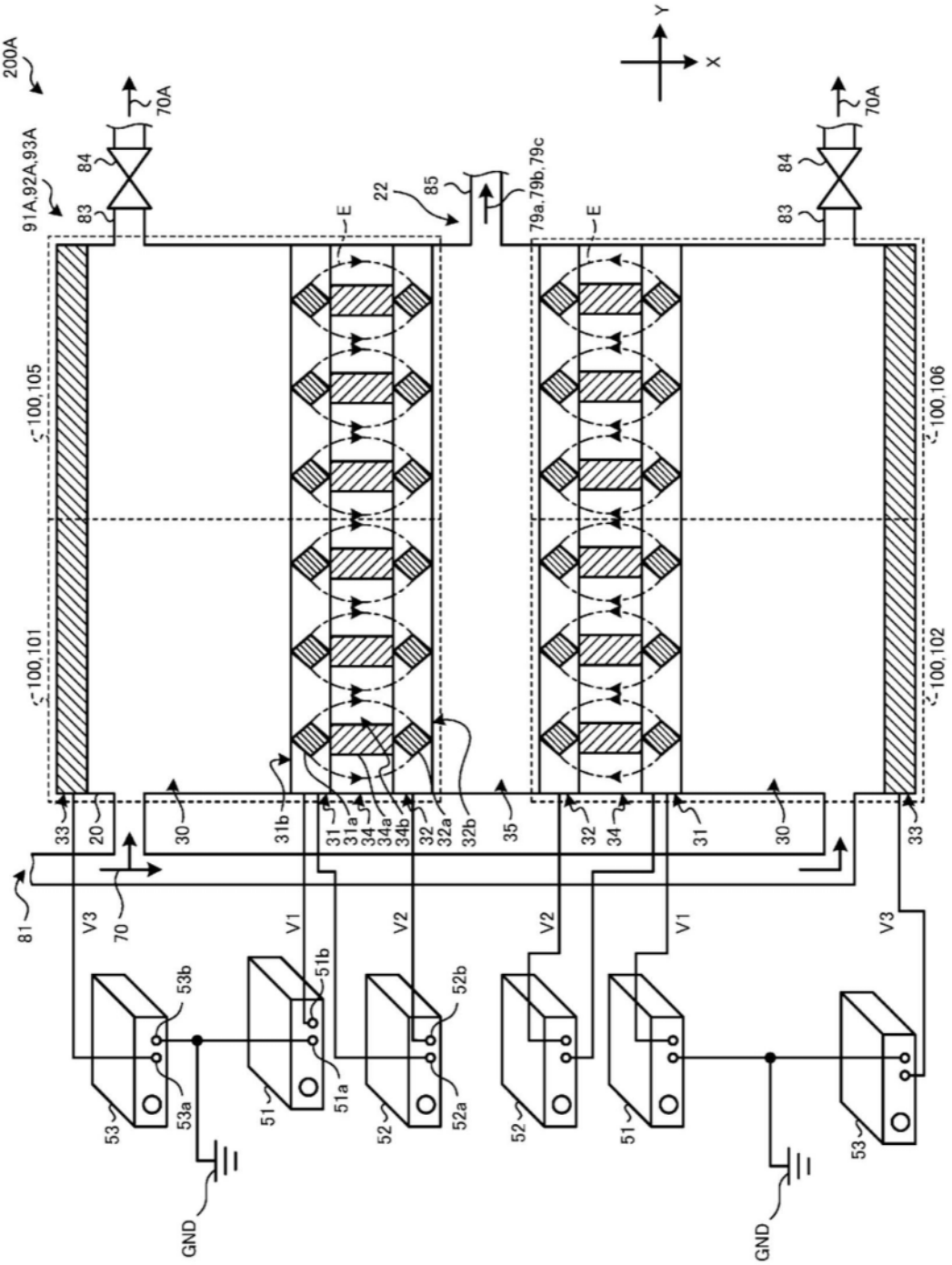

200A
70A
91A,92A,93A
84
83
E
22
85
79a,79b,79c
Y
X
100,105
100,106
100,101
100,102
33
20
30
31b
31
31a
34
34a
34b
32
32a
32b
35
81
V3
70
V1
V2
53b
51b
53a
51a
52b
52a
53
51
52
GND

图18

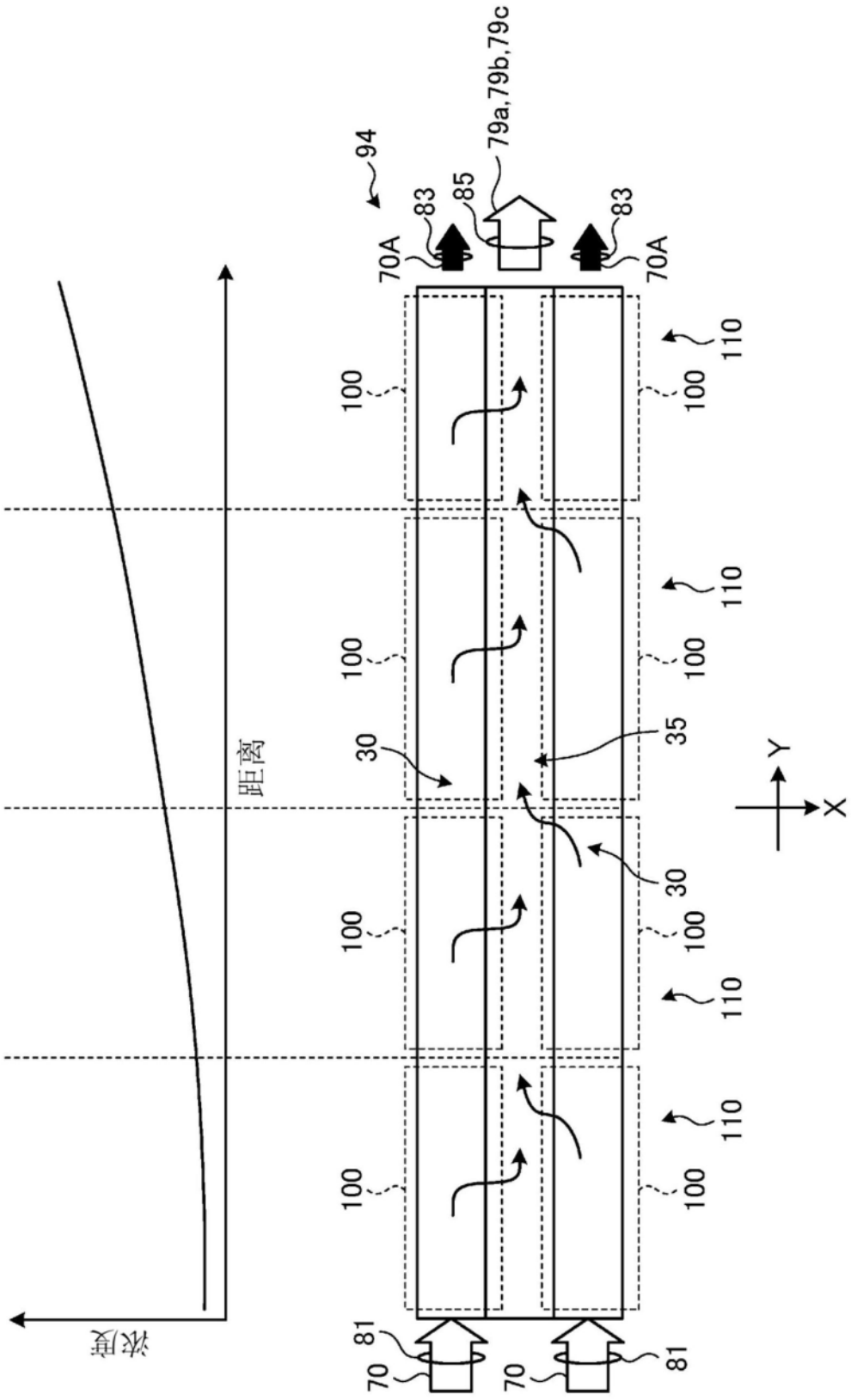


图19

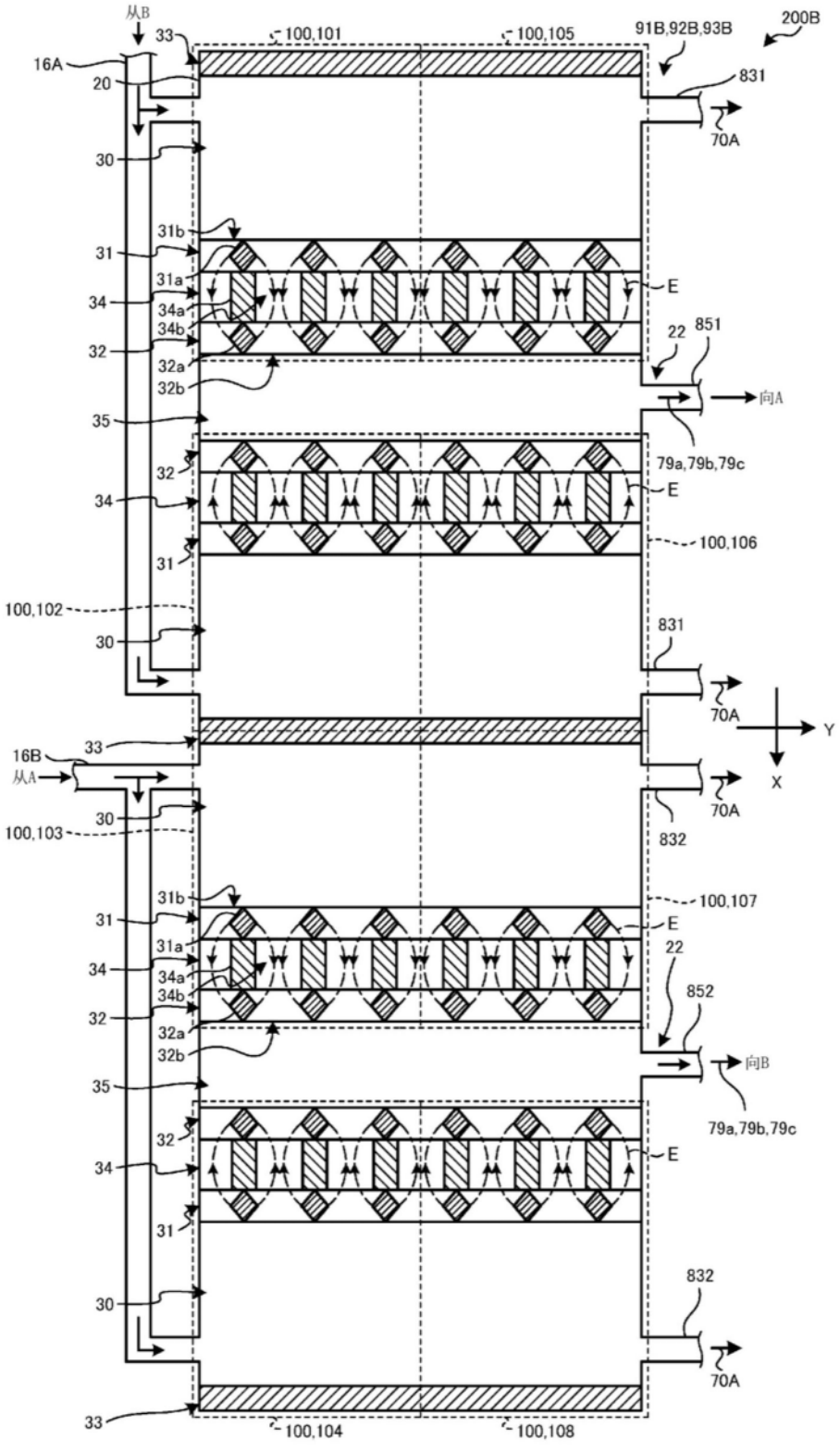

从B
33
100,101
100,105
91B,92B,93B
200B
16A
20
831
70A
30
31b
31
31a
34
34a
34b
E
22
851
32
32a
32b
向A
35
79a,79b,79c
100,106
100,102
16B
从A
100,103
832
100,107
852
向B
100,104
100,108
Y
X

图20

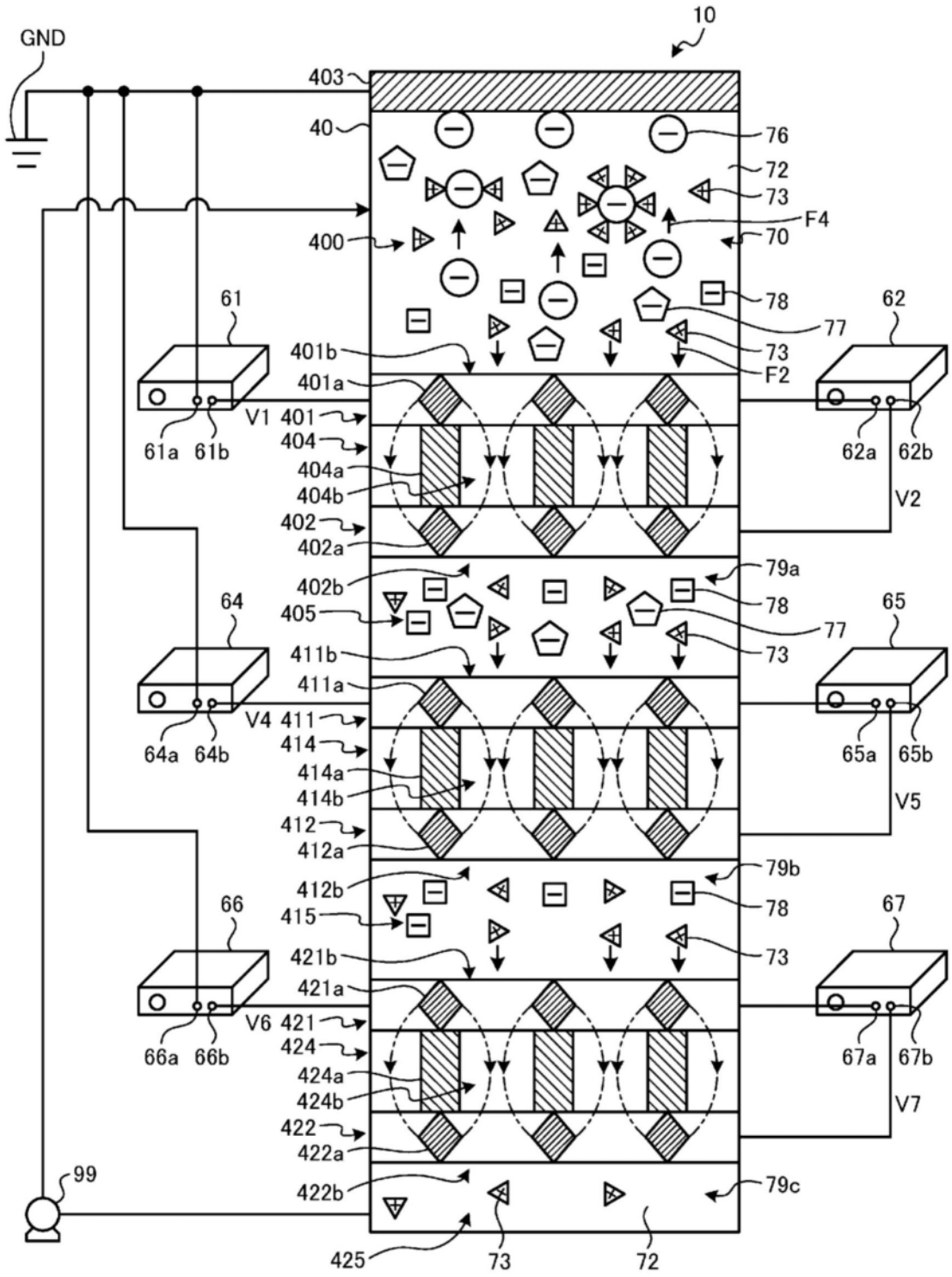

GND
10
403
40
76
72
73
F4
400
70
78
77
73
F2
61
62
401b
401a
V1
401
404
404a
404b
402
402a
61a
61b
62a
62b
V2
402b
79a
78
77
73
64
65
405
411b
411a
V4
411
414
414a
414b
412
412a
64a
64b
65a
65b
V5
412b
79b
78
66
67
415
421b
421a
V6
421
424
424a
424b
422
422a
73
66a
66b
67a
67b
V7
99
422b
79c
425
73
72

图21

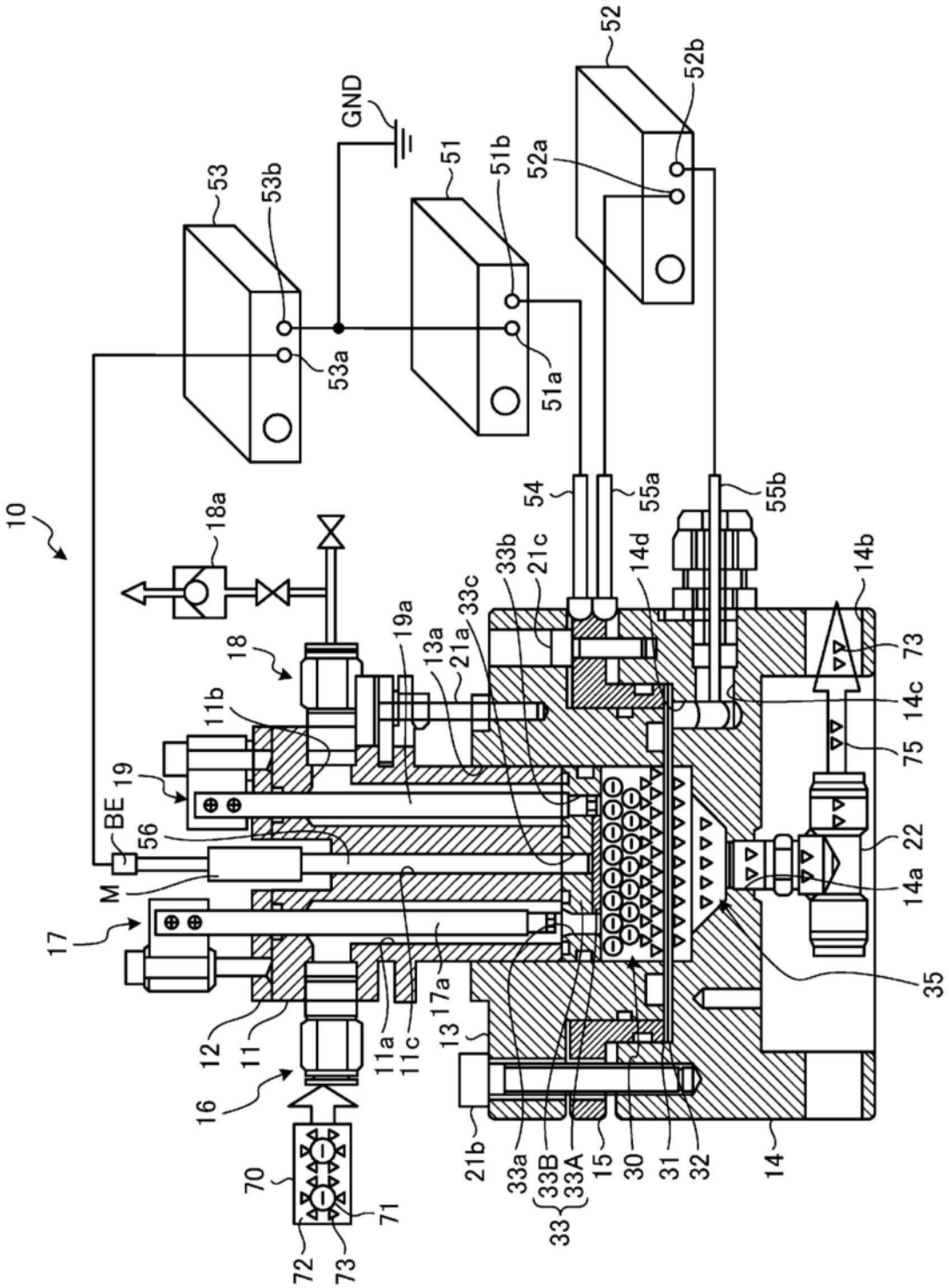

10
18a
18
19
BE
56
M
17
12
11
16
70
71
72
73
11b
19a
13a
21a
33c
33b
21c
54
55a
55b
14d
14b
73
14c
75
22
14a
35
11a
11c
13
17a
21b
33a
33B
33A
33
15
30
31
32
14
53
53b
53a
GND
51
51b
51a
52
52b
52a

图22

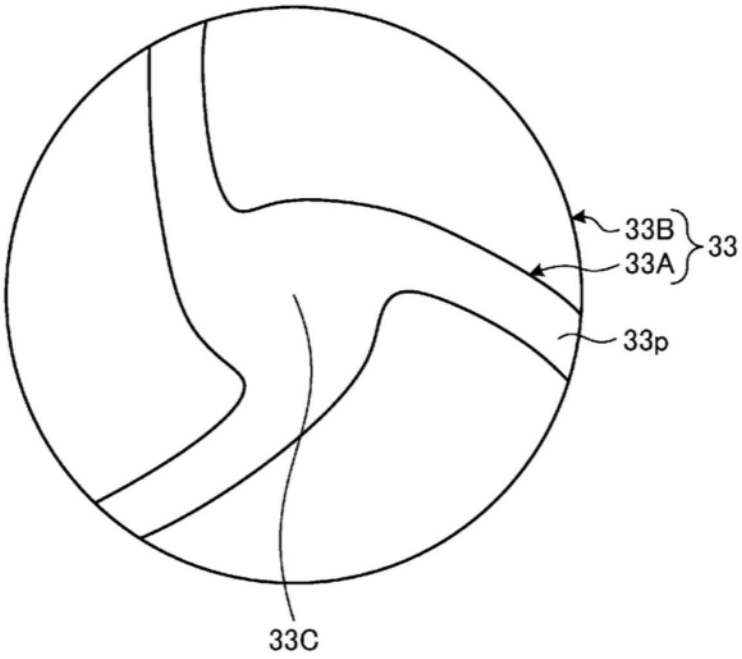


图23