



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101759254 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 03

(21) 申请号 200910163523. 7

审查员 温媚

(22) 申请日 2009. 08. 26

(30) 优先权数据

10-2008-0131499 2008. 12. 22 KR

(73) 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道水原市

(72) 发明人 安德烈·特洛申 朴大煜

野岛秀雄 罗善旭

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

公司 11286

代理人 韩明星 马翠平

(51) Int. Cl.

C02F 1/48 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1651884 A, 2005. 08. 10, 说明书第 3-4 页.

CN 101307554 A, 2008. 11. 19, 说明书第 2 页.

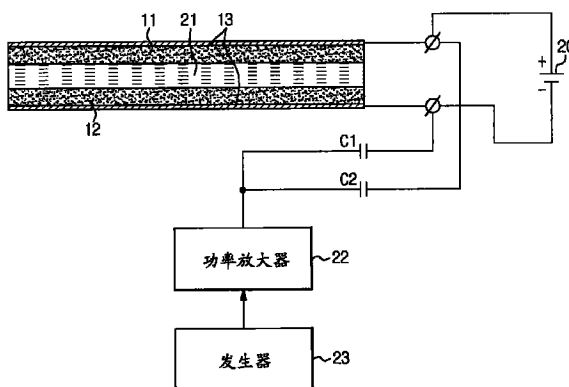
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

去离子设备及其控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种利用振动来再生电极的去离子设备及其控制方法。所述去离子设备包括：电极，包含在流体中的离子被吸附到电极上；压电元件，通过振动分离被吸附到电极的离子。因为利用由压电元件产生的机械能来分离被吸附到电极的离子，所以可更加快速地执行电极的再生。



1. 一种去离子设备,所述去离子设备包括:
电极,包含在流体中的离子被吸附到电极上;
压电元件,通过振动分离被电极吸附的离子,
其中,电极包括正电极和负电极,
正电极和负电极包括集电器和多孔碳,以及
压电元件设置在正电极和负电极之间,或设置在集电器和多孔碳之间,从而压电元件的机械能直接传播到正电极和负电极。
2. 如权利要求 1 所述的去离子设备,其中,所述压电元件是通过电产生振动的聚偏氟乙烯 PVDF 压电板。
3. 如权利要求 1 所述的去离子设备,其中,所述压电元件具有多孔的结构以允许流体通过。
4. 如权利要求 1 所述的去离子设备,所述去离子设备还包括将正弦波信号施加给电极以产生压电元件的振动的发生器。
5. 如权利要求 4 所述的去离子设备,所述去离子设备还包括将正弦波信号放大到预定电压以操作压电元件的功率放大器。
6. 如权利要求 5 所述的去离子设备,所述去离子设备还包括:
直流电源,将直流电压施加到电极以便吸附流体的离子;
电容器,设置在直流电源和功率放大器之间以使直流电压不被施加给功率放大器。
7. 一种去离子设备,所述去离子设备包括:
离子传感器,用以探测被电极吸附的离子的量;
控制器,用来将离子的量与参考值进行比较,并控制被电极吸附的离子通过压电元件的振动被分离,
其中,所述电极包括正电极和负电极,
正电极和负电极包括集电器和多孔碳,以及
压电元件设置在正电极和负电极之间,或设置在集电器和多孔碳之间,使得压电元件的机械能直接传播到正电极和负电极。
8. 如权利要求 7 所述的去离子设备,其中,所述压电元件是通过电产生振动的聚偏氟乙烯 PVDF 压电板。
9. 如权利要求 7 所述的去离子设备,其中,所述压电元件具有多孔的结构以允许流体通过。

去离子设备及其控制方法

技术领域

[0001] 一个或多个实施例涉及一种利用振动再生电极的去离子设备以及一种所述去离子设备的控制方法。

背景技术

[0002] 水,更具体地说,地下水包含大量的矿物如钙、镁等。钙或镁的浓度称为硬度,具有高的矿物浓度的水称为硬水,具有相对低的矿物浓度的水称为软水。

[0003] 如果硬水,即具有高硬度的水,被用于家用电器(如洗衣机或洗碗机),则水和洗涤剂反应,所以洗涤能力劣化。在水流过的管道中积累大量的水垢,所以产品的可靠性劣化。

[0004] 因此,传统上提出利用离子交换树脂的软水机。

[0005] 利用离子交换树脂的软水机通过将水中包含的硬水成分的 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 离子与注入到离子交换树脂中的 NaCl 的 Na^+ 交换来软化水。在利用离子交换树脂的软水机中,由于包含在水中的杂质,周期性地注入 NaCl ,而且用新的离子交换树脂替换离子交换树脂。另外,因为在再生树脂时使用酸性或碱性的溶液,而且为了处理大量的水,使用大量的聚合物树脂和化学制剂,所以使用离子交换树脂的方法是不经济的。

[0006] 因此,目前正积极进行关于电容去离子(在下文中,称为 CDI)的研究。

[0007] CDI 技术基于简单的原理,该原理是:向两个多孔的电极供电,这样负离子被电吸附到正电极,正离子被电吸附到负电极,从而去除流体(例如水)中溶解的离子。另外,当电极饱和有被吸附的离子时,电极的极性反转或电源关闭,从而分离(解吸)吸附到电极的离子。因此,简单地执行电极的再生。另外,在 CDI 技术中,与利用离子交换树脂的方法或反渗透(reverse osmosis)的方法不同,由于不利用清洁溶液(如酸性或碱性的溶液)来再生电极,因此不产生二次化学制剂浪费而且电极几乎不被腐蚀或污染。再者,寿命是半永久的,能量效率比其它的方法高,能量消耗可减少 10 倍至 20 倍。

发明内容

[0008] 因此,本发明的一方面提供了一种利用振动去除吸附到去离子设备的电极的离子的方法。

[0009] 另外方面和/或优点将在下面的描述中部分地阐明,并且从描述中部分是清楚的,或通过本发明的实施可获知。

[0010] 根据一个或多个实施例,提供了一种去离子设备,该设备包括将流体中包含的离子吸附到其上的电极和通过振动分离被电极吸附的离子的压电元件。

[0011] 所述压电元件可是通过电产生振动的聚偏氟乙烯(PVDF)压电板。

[0012] 所述电极可包括正电极和负电极,压电元件可设置在正电极和负电极之间。

[0013] 压电元件可具有多孔的结构以允许流体通过。

[0014] 电极可包括集电器和多孔碳电极,压电元件可设置在集电器和多孔碳电极之间。

- [0015] 在一个电极的多孔碳电极和另一电极的多孔碳电极之间可填充间隔件。
- [0016] 电极可包括集电器和多孔碳电极,集电器可设置在压电元件和多孔碳电极之间。
- [0017] 去离子设备还可包括将正弦波信号施加给电极以产生压电元件的振动的发生器。
- [0018] 去离子设备还可包括将正弦波信号放大到预定电压以操作压电元件的功率放大器。
- [0019] 去离子设备还可包括将直流电压施加到电极以吸附流体的离子的直流电源,和设置在直流电源和功率放大器之间以使直流电压不被施加给功率放大器的电容器。
- [0020] 根据一个或多个实施例,提供了一种去离子设备,该设备包括:离子传感器,用以探测被电极吸附的离子的量;控制器,用来将离子的量和参考值比较,并控制被电极吸附的离子通过压电元件的振动被分离。
- [0021] 压电元件可是通过电产生振动的聚偏氟乙烯(PVDF)压电板。
- [0022] 电极可包括正电极和负电极,压电元件可设置在正电极和负电极之间。
- [0023] 压电元件可具有多孔的结构以允许流体通过。
- [0024] 电极可包括集电器和多孔碳电极,压电元件可设置在集电器和多孔碳电极之间。
- [0025] 电极可包括集电器和多孔碳电极,集电器可设置在压电元件和多孔碳电极之间。
- [0026] 去离子设备可还包括:发生器,将正弦波信号施加给电极以产生压电元件的振动;功率放大器,将正弦波信号放大到预定电压以操作压电元件。
- [0027] 去离子设备可还包括:直流电源,向电极施加直流电压以吸附流体中的离子;电容器,被设置在直流电源和功率放大器之间,从而不向功率放大器施加直流电压。
- [0028] 根据一个或多个实施例,提供一种去离子设备的控制方法,该方法包括:探测被电极吸附的离子的量;通过压电元件的振动来分离吸附到电极的离子。
- [0029] 当探测到的离子的量高于参考值时,离子的分离可发生。
- [0030] 通过振动的离子分离可包括将正弦波信号施加给电极,以使得压电元件振动。
- [0031] 通过振动的离子分离可包括将正弦波信号放大到预定电平并且将放大后的正弦波信号施加给电极,以使得压电元件振动。
- [0032] 离子的分离可由放大的正弦波信号来提供电阻抗匹配。
- [0033] 离子的分离可利用超声波。
- [0034] 通过流体在电极之间的流动,被分离的离子可从去离子设备中去除。
- [0035] 根据一个或多个实施例,因为利用超声波来解吸被吸附到电极的离子,所以可快速地实现去离子设备的再生。
- [0036] 根据一个或多个实施例,因为去离子设备的再生不需要昂贵的隔膜(membrane),所以可减少成本。

附图说明

[0037] 通过下面结合附图对实施例的描述,这些和/或其它方面及优点将会变得清楚,并且更易于理解,附图中:

[0038] 图1是示出根据本发明实施例的去离子设备的构造的示意图;

[0039] 图2是示出根据本发明实施例的去离子设备的构造的示意图;

[0040] 图3是示出根据本发明实施例的去离子设备的构造的示意图;

[0041] 图 4 是根据本发明实施例的去离子设备的控制框图；

[0042] 图 5 是示出根据本发明实施例的控制去离子设备的方法的流程图。

具体实施方式

[0043] 现在将详细描述一个或多个实施例，在附图中示出了实施例的示例，其中，相同的标号始终表示相同的元件。下面通过参照附图来描述示例性实施例以解释本发明的一个或多个实施例。

[0044] 图 1 是示出根据一个或多个实施例的去离子设备的构造的示意图。

[0045] 如图 1 所示，根据一个或多个实施例的去离子设备可包括：集电器 13，向集电器 13 供电；电极 11 和 12，由多孔碳形成；DC（直流）电源 20，将预定电平的电压施加到电极 11 和 12；压电元件 21，设置在碳电极 11 和 12 中的正电极 11 和负电极 12 之间以产生振动；发生器 23，给集电器 13 施加在预定范围内的正弦波信号；功率放大器 22，放大由发生器 23 施加的正弦波信号；多个电容器 C1 和 C2，设置在直流电源 20 和功率放大器 22 之间以防止直流电压被施加给功率放大器 22。

[0046] 集电器 13 可由导电橡胶或金属泡沫材料，如镍（Ni）、铝（Al）或钛（Ti）形成。电容器电极 11 和 12 可通过利用高压压力机压制多孔碳来制造。另外，通过向集电器 13 供电，在电容器电极中的正电极 11 和负电极 12 之间可产生电位差。

[0047] 由多孔碳形成的电极 11 和 12 可利用通过间苯二酚和甲醛的溶胶-凝胶聚合而制造的单块碳气凝胶（carbon aerogel composite, CAC）电极材料来制造。另外，多孔碳电极 11 和 12 的空隙不具有微孔形式，而是具有介孔（mesopore）形式，以使得离子快速地透过并扩散。还有，可制造电解槽（electrolyzer）以提高多孔碳电极 11 和 12 的耐久性，可通过与集电器一起利用碳电极来提高耐久性。

[0048] 直流电源 20 将具有预定电平的电压施加到集电器 13，从而在电极 11 和 12 之间产生电位差。同时，施加到电极 11 和 12 的直流电压的电平对液体的离子传质（mass transfer）有影响。当电压增加时，离子传质增加，而且，当电压减小时，离子传质减小。因此，调整直流电压以调整被处理的流体的性质。例如，产生具有这样的电压电平的直流电压，该电压电平通常在从大约 0V 到 330V 的范围或从 30V 到 300V 的范围内选择。

[0049] 同时，根据一个或多个实施例，当直流电源 20 向去离子设备的电容器电极的集电器 13 供电时，负离子被电吸附到正电极 11，正离子被电吸附到负电极 12，从而从流体（液体和气体）中去除离子。

[0050] 即，具有多种负离子和正离子的电解液（海水或废水）在两个正电极 11 和负电极 12 之间通过，其中，正电极 11 和负电极 12 采用具有高的比表面积和双电层（electric double layer）电容器特性的多孔活性碳粉体（Activated Carbon Powder, ACP）板、具有伪电容器特性的单块 CAC 板或导电聚合物以及金属氧化物或其复合材料作为电极材料，通过施加到两个电极片的电压之间的大约 0.6V 到 1.2V 的差异来去除离子杂质，即无氧化/还原的有机或无机的负离子（如 OH^- 、 Cl^- 、 F^- 和 HCO_3^- ）和正离子（如 Li^+ 、 Na^+ 和 K^+ ），被还原的正离子（如 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Pb^{2+} 和 Cd^{2+} ）从电解液中分离，从而通过双电层被离子地吸附到两个电化学电容器电极 11 和 12 的多孔碳电极的细孔的表面，或通过氧化/还原反应被充电（charge），以使得电解液流中的离子杂质的浓度逐渐地减少的同时，海水或废水被脱盐。同

时,传统上采用这样的方法,其中,简单地去除饱和有离子杂质的两个电极 11 和 12 的电场,或通过 -0.6V 到 -1.2V 的反转电位差,解吸饱和并吸附到两个多孔碳电极的细孔的表面的离子,以使得离子被传输到电解液中并被排出。另外,通过上述的行为,从海水或废水(是不同于水的导电溶剂)中同时分离和去除有机/无机离子或偶极材料。

[0051] 当向压电元件 21 供电时,压电元件 21 产生机械力。根据一个或多个实施例,由于膜具有小的厚度和多孔的结构,所以允许流体在两个碳电极 11 和 12 之间通过的聚偏氟乙烯 (polyvinylidene fluoride, PVDF) 压电板可被用作压电元件 21。

[0052] 同时, PVDF 压电板由聚偏氟乙烯形成并且可被设置在碳电极 11 和 12 中的正电极 11 和负电极 12 之间。

[0053] 另外,当正弦波信号被施加给碳电极 11 和 12 时,由于压电效应, PVDF 压电板 21 振动。振动以超声波的形式经流体被提供给碳电极 11 和 12。即, PVDF 压电板 21 像超声促发器 (actuator) 一样产生超声波。

[0054] 同时, PVDF 压电板 21 可由第 6, 146, 747 号美国专利中所详细描述的多孔材料形成。

[0055] 发生器 23 将具有预定频率的正弦波信号施加给集电器 13。详细地说,当去离子设备的再生操作开始时,发生器 23 将具有 20kHz 到 40kHz 的频率和 10V 的有效值的正弦波信号施加给集电器 13,所述频率和有效值是 PVDF 压电板 21 产生具有大约 $0.5\text{瓦特}/\text{m}^2$ 的足够强度的超声波的条件。所述条件可根据去离子设备而改变。

[0056] 功率放大器 22 放大由发生器 23 施加的正弦波信号的振幅。换句话说,增加由发生器 23 产生的具有 20kHz 到 40kHz 的频率和 10V 的有效值的正弦波信号的振幅,以提供电阻抗匹配。

[0057] 电容器 C1 和 C2 设置在直流电源 20 和功率放大器 22 之间,以使得直流电压不被施加到发生器 23 和功率放大器 22。

[0058] 图 2 是示出根据一个或多个实施例的去离子设备的构造的示意图。与图 1 相同的部分将用相同的标号来表示。

[0059] 如图 2 所示,根据一个或多个实施例的去离子设备包括:集电器 13,向集电器 13 供电;多孔碳电极 11 和 12;直流电源 20,将预定电平的电压施加到电极 11 和 12;压电元件 21,设置在碳电极 11 和 12 中的正电极 11 和负电极 12 之间以产生振动;发生器 23,给集电器 13 施加在预定范围内的正弦波信号;功率放大器 22,放大由发生器 23 施加的正弦波信号;和多个电容器 C1 和 C2,设置在直流电源 20 和功率放大器 22 之间以防止直流电压被施加给功率放大器 22。

[0060] 图 2 的构造与图 1 的不同之处在于设置压电元件 21 的位置。即,可用作压电元件 21 的 PVDF 压电板设置在集电器 13 与碳电极 11 和 12 之间,以解吸被吸附到碳电极 11 和 12 的离子。详细地说,当正弦波信号被施加到集电器 13 时,设置在集电器 13 与碳电极 11 和 12 之间的压电元件 21,即 PVDF 压电板产生机械振动。这种振动直接传播到碳电极 11 和 12 以分离离子。

[0061] 同时,在正电极 11 和负电极 12 之间可填充间隔件 30,该间隔件 30 具有直径大约 $10\mu\text{m}$ 或以上的平均空隙或开口,以提供均匀的流体流动。

[0062] 图 3 是示出根据一个或多个实施例的去离子设备的构造的示意图。与图 1 或图 2

相同的部分将用相同的标号来表示。

[0063] 在设置压电元件 21 的位置方面,图 3 的构造与图 1 和图 2 不同。即,可用作压电元件 21 的 PVDF 压电板设置在电极 11 和 12 的每个外表面(即集电器 13 的每个外表面)上,以解吸被吸附到碳电极 11 和 12 的离子。详细地说,当正弦波信号被施加到集电器 13 时,设置在集电器 13 的每个外表面上的压电元件 21,即 PVDF 压电板产生机械振动。这种振动经集电器 13 传播到碳电极 11 和 12,以分离离子。

[0064] 图 4 是根据一个或多个实施例的去离子设备的控制框图。

[0065] 如图 4 所示,根据一个或多个实施例的去离子设备包括:离子传感器 32,感测流体中存在的离子的量;发生器 23,将正弦波信号施加给集电器 13;功率放大器 22,放大由发生器 23 施加的正弦波信号。

[0066] 离子传感器 32 感测被吸附到去离子设备的电极 11 和 12(图 1、图 2 和图 3)的离子的量,并且将关于离子的量的信息发送给控制器 31。

[0067] 发生器 23 将具有预定频率的正弦波信号施加给集电器 13(图 1、图 2 和图 3)。详细地说,发生器 23 可将具有 20kHz 到大约 40kHz 的频率和 10V 的有效值的正弦波信号施加给集电器 13(图 1、图 2 和图 3),所述频率和有效值是本发明的实施例的压电元件的 PVDF 压电板中产生具有大约 0.5 瓦特/m² 的足够强度的超声波的条件。

[0068] 功率放大器 22 放大由发生器 23 施加的正弦波信号。换句话说,增加由发生器 23 产生的具有 20kHz 到 40kHz 的频率和 10V 的有效值的正弦波信号的振幅,以提供电阻抗匹配。

[0069] 当流体的离子被控制以吸附在去离子设备中时,控制器 31 控制向直流电源 20(图 1、图 2 和图 3)发送信号,以使具有预定电平的电压被施加给集电器 13,控制器 31 控制在碳电极 11 和 12(图 1、图 2 和图 3)中的正电极和负电极之间产生电位差,从而控制流体的离子被吸附。

[0070] 同时,控制器 31 将从离子传感器 32 发送的离子的量与参考值进行比较,并且如果流体的离子的量大于参考值,则开始去离子设备的再生。即,为了去除吸附到碳电极 11 和 12(图 1、图 2 和图 3)的离子,发送信号以使得发生器 23 施加具有预定频率和有效值的正弦波信号,并将正弦波放大信号发送给功率放大器 22 以使得从压电元件 21(图 1、图 2 和图 3)发出足够的机械能。

[0071] 同时,开始分离饱和有去离子设备的电极的离子的操作的方法不限于上面描述的方法。可使用多种方法,包括利用电流传感器决定再生开始操作或按照预定周期开始离子分离操作的方法。

[0072] 图 5 是示出根据一个或多个实施例的控制去离子设备的方法的流程图。

[0073] 如图 1 至图 5 所示,当去离子设备的操作开始时,离子传感器 32 感测被吸附到去离子设备的电极的离子的量。

[0074] 详细地说,流体在碳电极 11 和 12 之间通过,从而离子的杂质,即非氧化/还原的有机或无机负离子和正离子(如 OH⁻、Cl⁻、F⁻ 和 HCO₃⁻ 以及 Li⁺、Na⁺、和 K⁺)被去除,被还原的正离子(如 Cu²⁺、Fe²⁺、Pb²⁺ 和 Cd²⁺)被从电解液中分离,以通过双电层被离子地吸附到两个电化学电容器电极 11 和 12 的多孔碳电极的细孔的表面。此时,在操作 S10 中,感测被吸附到电极 11 和 12 的离子的量并将关于离子的量的信息发送给控制器 31。

[0075] 接着,在操作 S20 中,控制器 31 将感测到的离子的量与参考值进行比较。对于吸附到电极的离子的量,参考值由设计者根据需要任意地确定,并且可根据去离子设备的使用而改变。如果确定了感测到的离子的量大于或等于参考值,则该方法前进到操作 S30。如果确定了感测到的离子的量不大于且不等于参考值,则该方法退回到操作 S10。

[0076] 接着,在操作 S30 中,发生器 23 将正弦波信号施加到电极 11 和 12。即,当去离子设备的再生操作开始时,发生器 23 可将具有 20kHz 到 40kHz 的频率和 10V 的有效值的正弦波信号施加到集电器 13。

[0077] 接下来,在操作 S40 中,功率放大器 22 放大由发生器 23 施加的正弦波信号并将放大的正弦波信号施加到电极 11 和 12。换句话说,功率放大器 22 将从发生器 23 输出的正弦波信号放大到预定电压来产生足够的机械能,以提供电阻抗匹配。

[0078] 接下来,在操作 S50 中,当正弦波信号被施加到电极 11 和 12 时,压电元件 21 通过压电效应产生机械能。机械能经流体产生超声波,超声波被提供给电极以分离离子。即,可是 PVDF 压电板 21 的压电元件 21 像超声促发器一样产生超声波。同时,在压电元件 21 被设置在碳电极 11 和 12 与集电器 13 之间或被设置在集电器 13 外部的布置中,压电元件 21 的机械能直接传播到碳电极 11 和 12,以分离离子。通过上述的方法分离的离子由在碳电极 11 和 12 之间流动的流体来洗掉。

[0079] 尽管已经示出和描述了几个实施例,但是本领域技术人员应该理解,在不脱离本发明的原理和精神下,这些实施例可改变,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

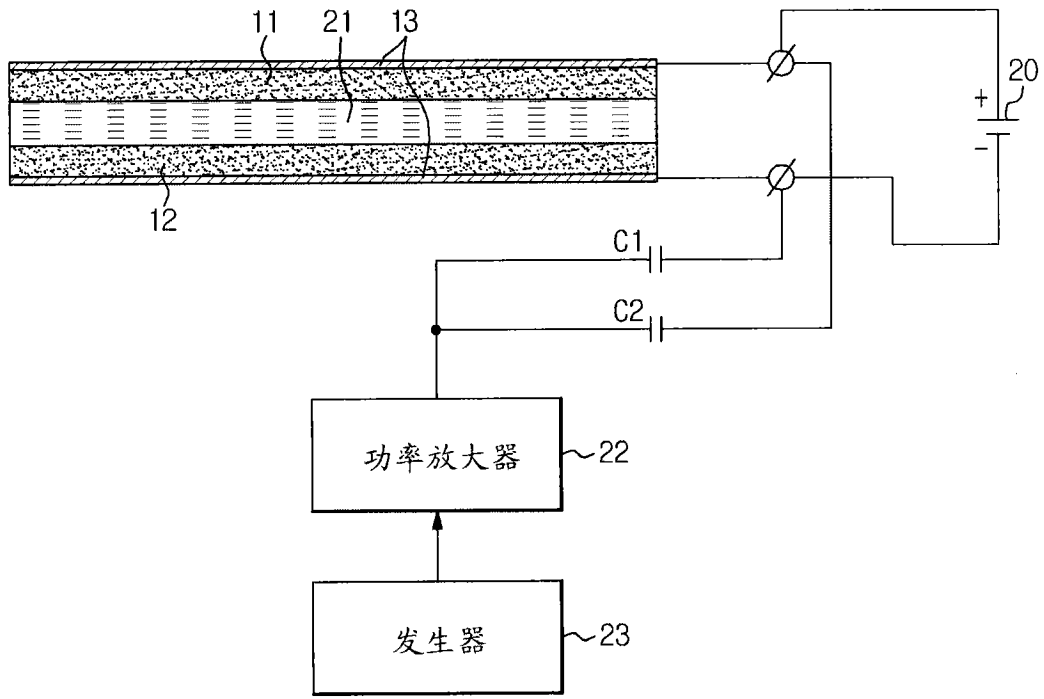


图 1

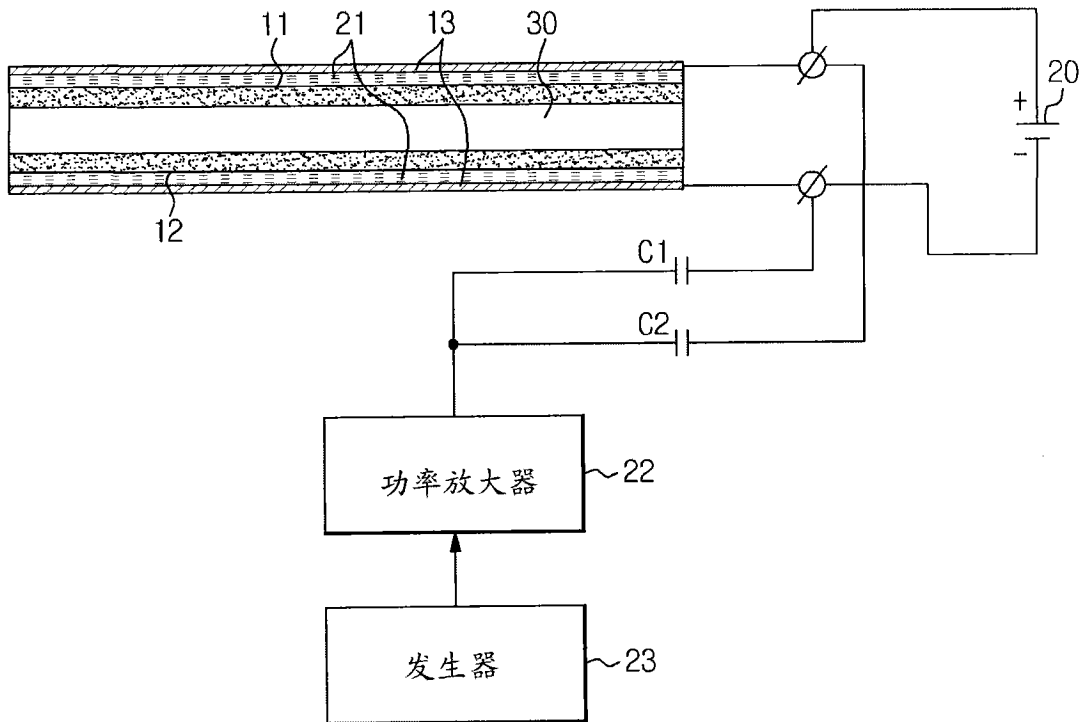


图 2

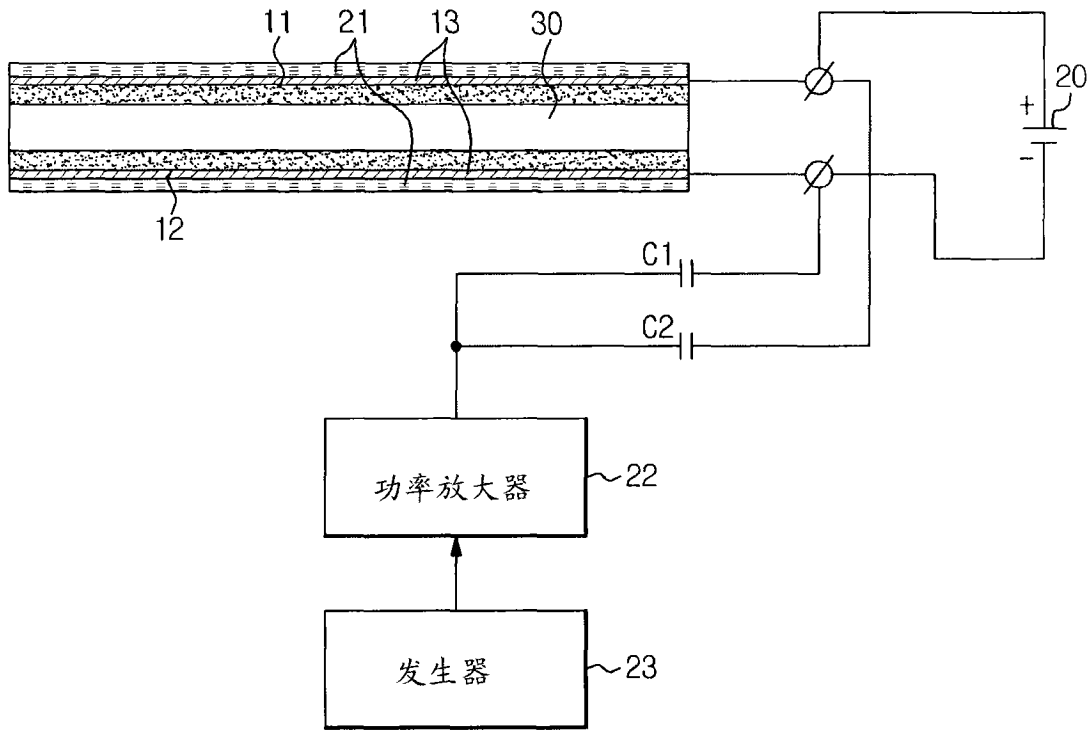


图 3

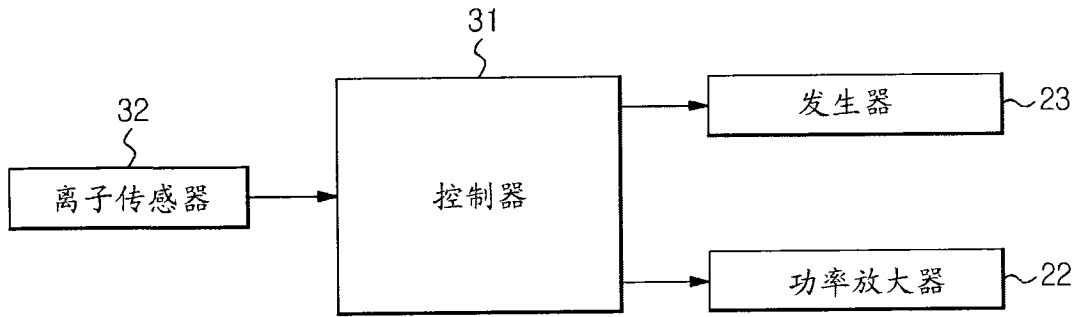


图 4

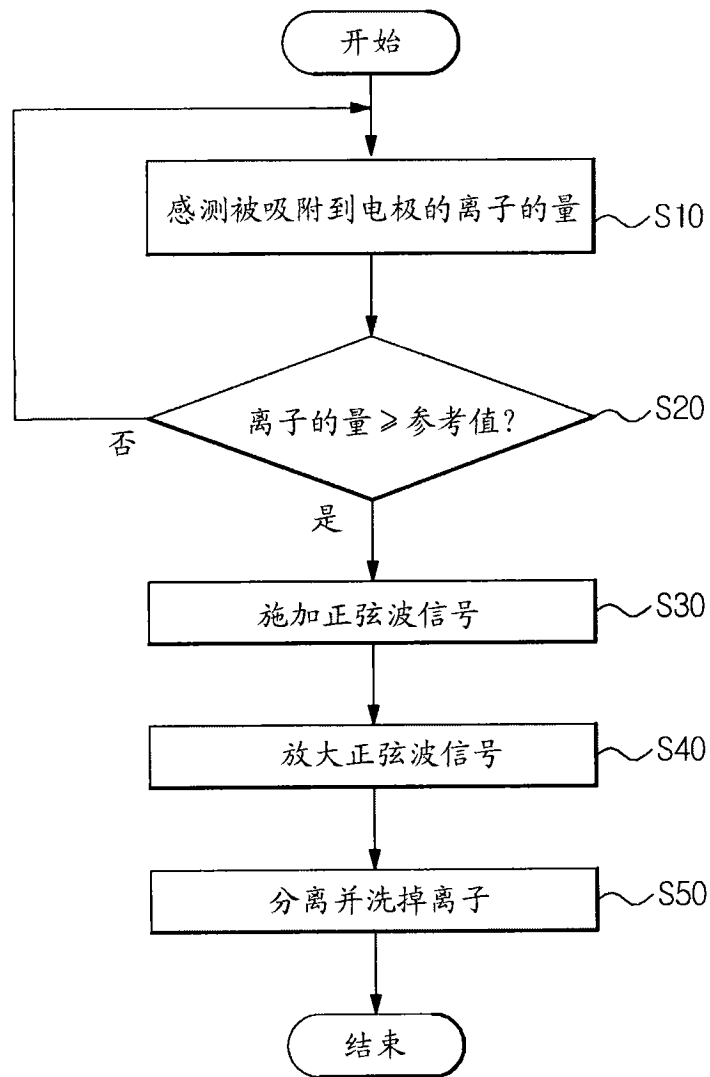


图 5