



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102786149 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 29

(21) 申请号 201210298567. 2

(22) 申请日 2005. 04. 25

(30) 优先权数据

2005-074243 2005. 03. 16 JP

(62) 分案原申请数据

200580048326. 0 2005. 04. 25

(73) 专利权人 株式会社小金井

地址 日本东京

(72) 发明人 田口良幸 仲野崇行 加藤正人

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 任永利

(51) Int. Cl.

C02F 5/00 (2006. 01)

C02F 1/461 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1465532 A, 2004. 01. 07,

CN 2401537 Y, 2000. 10. 18,

CN 2558642 Y, 2003. 07. 02,

JP 特开 2003-200170 A, 2003. 07. 15,

吴为民等. 高功率脉冲水中放电的应用及其发展. 《现代电子技术》. 2003, (第 05 期总第 148 期),

审查员 黄翠芳

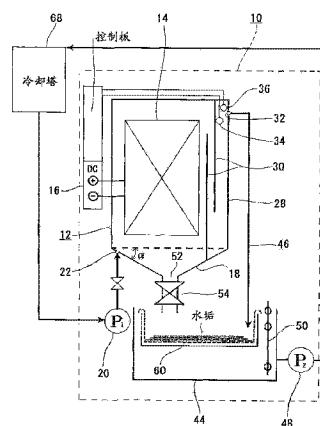
权利要求书1页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

清洁循环水的方法和设备

(57) 摘要

本发明的目的是提供用于清洁循环水的方法和在这一方法中使用的设备,该方法尽可能地降低运行和维护的成本,同时没有繁重的清洁操作,如从电解清洁箱中拆下电极板并且除去该槽内的水垢。因此,本发明提供用于清洁循环水的方法,包括以下步骤:让待清洁的循环水在彼此以面对面方式放置的电极板之间流动;和在该电极板之间施加 DC 电压,使将包含在该循环水中的一种或多种金属离子通过电解沉淀到阴极板上,以清洁该循环水,其中所使用的电极板由钛板制成,并且其中所需量的电流流动,同时通过提高施加到阳极氧化的氧化物层上的电压,强制性地让在阳极板表面上形成的阳极氧化的氧化物层经受介电击穿。图 1 是代表性的附图。



1. 用于清洁循环水的设备,包括:用于接收待清洁的循环水并排出该循环水的清洁箱;放置在该清洁箱中的一个或多个第一电极板;放置在该清洁箱中并与该第一电极板相距预定的空间的一个或多个第二电极板;以及用于在该第一电极板和第二电极板之间施加 DC 电压的 DC 电源,其中该第一和第二电极板由钛板制成,并且其中该 DC 电源是 DC 稳定的电源,其输出的电压满足通过使阳极氧化的氧化物层经受介电击穿而将该第一电极板或第二电极板表面上形成的阳极氧化的氧化物层剥离并除去,其中该 DC 电源包括恒定电压 DC 电源,并且该设备包括用于测量该电极板之间的电流值的安培计,和电压控制装置,其中当通过该安培计测量的电流值小于预定值时,该电压控制装置提高该 DC 电源的输出电压,当通过该安培计测量的电流值大于预定值时,该电压控制装置减小该 DC 电源的输出电压。

2. 根据权利要求 1 的设备,包括极性转换装置,能够定期地转换通过 DC 电源施加在该第一电极板和第二电极板之间的电压的极性。

3. 根据权利要求 1 或 2 的设备,其中该 DC 电源是恒定电流电源,能够在该第一电极板和第二电极板之间提供相对用作阳极的一个电极板的单位面积 1m^2 0.1-20 安培的恒定电流。

清洁循环水的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及循环水的清洁设备,该设备能将包含在用于办公室设备、制造设备等或用作空调中冷凝器和冷却塔之间的循环水的冷却水中的水垢电除出。

背景技术

[0002] 图 9 示出了空调系统。如该图中所示,空调 64 包括:用于压缩气态致冷剂的压缩机(未显示);用于通过冷却水将压缩的气态致冷剂冷却以转变为液态制冷剂的冷凝器 66;和蒸发器(未显示),在通过膨胀阀降低液态制冷剂的压力后该液态制冷剂流入该蒸发器。

[0003] 该冷凝器 66 设置在冷却槽 70 中,以将该冷凝器 66 内流动的致冷剂冷却。冷却塔 68 包括圆柱形塔身 72 和设置在该塔身下面的水接收浴 74,该冷却塔通过循环冷却水向冷却槽 70 供应冷却水。该水接收浴 74 和冷却槽 70 通过供给管线 76 连接在一起,以便可以将水接收浴 74 中的循环水输送到该冷却槽 70。

[0004] 将具有多个通道的注入装置 78 引入该塔身 72,循环水和冷却空气流经该注入装置 78。为了将循环水喷到该注入装置 78 上,将喷嘴 80 连接到该塔身 72 上。该喷嘴 80 通过回流管线 82 连接到该冷却槽 70 上,从而可以通过设置在供给管线 76 中的循环泵 84 将冷却槽 70 中的循环水供应给该喷嘴 80。

[0005] 由喷嘴 80 喷到注入装置 78 上的循环水流经该注入装置 78 内部形成的多个通道,然后落入该水接收浴 74。如上所述,用于循环水通过的循环水通道由冷却塔 68、冷却槽 70、供给管线 76 和回流管线 82 形成,其中该塔和浴通过供应和回流管线连接,可以通过操作循环泵 84 让水流经该循环水通道。

[0006] 设置在塔身 72 中的鼓风机 86 在该塔身 72 中产生气流,以至该气流进入塔身 72 的底部,然后在与循环水的流动相反的方向上流经注入装置 78 内的通道。这样,使循环水通过循环水与空气的直接接触进行热交换,以及通过利用该循环水的蒸发潜热而冷却。为了再注满由于循环水的蒸发造成的减少的循环水,通过再注入管线 90 将冷却水添加到塔身 72 中,该再注入管线 90 可以通过浮球 88 进行开启或关闭。

[0007] 然而,循环水不断地从冷却塔 68 中蒸发掉,因为冷却塔 68 利用水的蒸发潜热以将上述用于冷却的循环水冷却。在冷却塔 68 中用作循环水的自来水和地下水通常包含金属离子如钙、镁和溶解的二氧化硅。如上所述,将自来水和地下水连续地添加到由于自身的蒸发而减少的循环水中。

[0008] 因此,包含在循环水中的金属离子的浓度将逐渐地升高。具体地,在开始使用时具有 100-200 微 Siemens/厘米($\mu\text{S}/\text{cm}$)的导电率的自来水在运行几天到一周的时间内将具有 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 或更高的提高的导电率。然后金属离子将聚集形成水垢,通过粘附到冷凝器 66 的热交换表面而导致传热效率的降低,同时通过粘附到管道(循环水流经该管道)的内表面上而导致冷却水的流动阻力的增加。

[0009] 此外,大量污染性有机体,如藻类、Legionella 菌等,可能在循环水中生长,并且与来自冷却塔的水雾形式的循环水一起散播,导致在冷却塔周围工作或在其附近停留的人员

的健康问题。

[0010] 为了解决上述问题,已经采取了一种措施,其中将自来水或地下水添加到循环水中以降低金属离子的浓度,从而防止水垢的形成。然而,在自来水或地下水昂贵的区域,这样将不利地增加循环水的成本,并且又会增加空调的运行与维护成本。

[0011] 因此,在商业处所不能获得低成本的自来水或地下水的情况下,已经采取了另一种措施,其中通过添加化学物质已经控制了循环水的导电率,这样可以防止水垢在冷凝器的热交换表面和管道的内表面上的粘附。然而,必须将这些化学物质周期性地添加到循环水中,并导致甚至在这种情况下更高的成本。

[0012] 另外,通过添加化学物质到循环水中不能完全地防止水垢在冷凝器的热交换表面和管道的内表面上的粘附。因此,除去粘附的水垢,以及相关的成本和工作仍然是需要的,尽管除去操作的间隔可以扩大。

[0013] 随着藻类和细菌的传播,已经采取了另一种措施,其中将抗微生物剂添加到循环水中。然而,从长远观点来看,这不能抑制藻类和细菌的传播,并且传播的藻类和细菌可能与抗微生物剂等一起从冷却塔传播到空气中,导致空气污染。

[0014] 为了解决上述问题,已经提出了各种能够通过电解从循环水中将金属离子电除去的清洁设备,如在日本未审专利公开号 2001-259690、4-18982、61-181591、58-35400、2001-137891、9-103797、2001-137858、9-38668、11-114335 等等中所述。

[0015] 已经提出了这种清洁设备的一个实例,一种包括以下装置的清洁设备:具有彼此以面对面方式放置的电极板的电极板装置;和具有该电极板装置的电解清洁箱,其中将循环水引入该电解清洁箱,并向该电极板施加正和负电压,从而使包含在循环水中的金属离子以水垢形式沉淀在阴极板的表面上,并从而从循环水中除去金属离子。

[0016] 参考文献 1:日本未审专利公开号 2001-259690

[0017] 参考文献 2:日本未审专利公开号 4-18982

[0018] 参考文献 3:日本未审专利公开号 61-181591

[0019] 参考文献 4:日本未审专利公开号 58-35400

[0020] 参考文献 5:日本未审专利公开号 2001-137891

[0021] 参考文献 6:日本未审专利公开号 9-103797

[0022] 参考文献 7:日本未审专利公开号 2001-137858

[0023] 参考文献 8:日本未审专利公开号 9-38668

[0024] 参考文献 9:日本未审专利公开号 11-114335

[0025] 发明公开

[0026] 然而,在这类清洁设备的长期操作过程中,沉淀在阴极板表面上的水垢的量很可能随时间增加,结果可能阻断电流并且因此将减弱循环水的清洁性能。因此,当水垢沉积并达到或超过某个水平时,服务人员必须从清洁设备上拆下阴极板并从电极板上物理除去水垢。这造成清洁设备繁重的运行和维护的问题,同时增加了成本。

[0027] 为了解决这些问题,一种提出的清洁设备使阴极和阳极板的极性自动地定期变换,从而将粘附在阴极板表面上的水垢剥离。然而,这种清洁设备仍然要求服务人员通过刮擦将已粘附在阴极板表面上的水垢除去,因为已经牢牢粘附在电极板表面上的水垢不能完全地被剥离并且部分地保留,保留的水垢将增长,然后阻断电流,并从而不能清洁循环水。

因此,除成本以外,这种清洁设备也需要繁重的设备运行和维护。

[0028] 此外,这类清洁设备通常使用由这样的材料组成的电极板,该材料包含昂贵的稀有金属,如 Pt,或者是很可能迅速消耗的材料,如 Al、SUS 和 Fe。因此,用于建造和维护设备的显著增加的成本仍然存在。

[0029] 本发明涉及提供清洁循环水的方法,该方法降低了与运行和维护有关的成本,同时不使用清洁操作,如从电解清洁箱中拆下电极板然后清洁和除去电解清洁箱内的水垢。本发明还涉及提供用于这种方法的设备。

[0030] 本发明涉及清洁循环水的方法,包括以下步骤:让待清洁的循环水在彼此以面对面方式放置的电极板之间流动,在该电极板之间施加电压,并且使循环水中所含的一种或多种金属离子通过电解沉淀到阴极板上以清洁该循环水。

[0031] 本文所使用的电极板是钛板。此外,所需的电流流动,同时,通过提高施加到阳极氧化的氧化物层上的电压,强制性地让在阳极板的表面上形成的阳极氧化的氧化物层经受介电击穿。

[0032] 另外,可以定期地对在电极板之间施加的电压进行极性转换。还可以通过提供恒定电流提高所施加的电压至足以防止阳极氧化的氧化物层的形成。在这种情况下,优选电极板之间的电流在相对阳极板的单位面积(即 1m^2) 0.1–20 安培(A) 的范围内,因为小于 $0.1\text{A}/\text{m}^2$ 的电流不能充分地清洁循环水,而大于 $20\text{A}/\text{m}^2$ 将引起电极板的迅速侵蚀并且使电极板变得不可用。

[0033] 此外,当循环水的导电率高于预定值时可以增大电极板之间的电流,而当循环水的导电率低于预定值时可以减小电极板之间的电流。优选循环水的导电率的预定值在 $500\text{--}1000\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 的范围内。

[0034] 或者,当循环水的氧化还原电位率高于预定值时可以提高电极板之间的电流,而当循环水的氧化还原电位率低于预定值时可以降低电极板之间的电流。优选循环水的氧化还原电位的预定值在正一百(+100)至负一百(–100) mV 的范围内。

[0035] 本发明还涉及用于循环水的清洁设备,包括:用于接收待清洁的循环水并排出该循环水的清洁箱;放置在该清洁箱中的一个或多个第一电极板;放置在该清洁箱中并与该第一电极板相距预定的空间的一个或多个第二电极板;以及用于在该第一电极板和第二电极板之间施加 DC 电压的 DC 电源。

[0036] 根据本发明的第一和第二电极板是钛板。该 DC 电源输出 DC 电压,以便通过介电击穿将该第一电极板或第二电极板表面上形成的阳极氧化的氧化物层剥离并除去。

[0037] 此外,用于循环水的清洁设备可以进一步包含极性转换装置,能够定期地转换通过 DC 电源施加在该第一电极板和第二电极板之间的电压的极性。

[0038] 或者,可以使用恒流电源作为用于循环水的清洁装置中的 DC 电源。该恒流电源优选能够提供第一电极板和第二电极板之间的恒定电流,该恒定电流在相对于用作阳极的电极板的单位面积(1m^2) 0.1–20 安培 / 的范围内。

[0039] 此外,用于循环水的清洁装置还可以包括用于测量循环水的导电率的导电计;和电流控制装置,当通过导电计获得的循环水的导电率高于预定值时,该电流控制装置通过提高 DC 电源的输出电压增大电极板之间的电流,当通过导电计获得的循环水的导电率低于预定值时,通过降低 DC 电源的输出电压减小电极板之间的电流。

[0040] 优选地,循环水的导电率的预定值在 500-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 的范围内。

[0041] 或者,用于循环水的清洁装置还可以包括用于测量循环水的氧化还原电位的氧化还原电位测量计(ORP 测量计);和电流控制装置,当通过 ORP 测量计获得的循环水的氧化还原电位高于预定值时,该电流控制装置通过提高 DC 电源的输出电压增大电极板之间的电流,当通过 ORP 测量计获得的循环水的氧化还原电位低于预定值时,通过降低 DC 电源的输出电压减小电极板之间的电流。

[0042] 优选地,循环水的氧化还原电位的预定值在正一百(+100)到负一百(-100) mV 的范围内,更优选在负五十(-50)到零(0) mV 的范围内。

[0043] 根据本发明,使阳极板的表面上形成的阳极氧化的氧化物层进行强制性地介电击穿,从而电流以足以除去水垢的量流经循环水,同时防止阳极氧化的氧化物层的形成。结果是,可以有效地除去包含在循环水中的水垢,并且可以将循环水的导电率保持在所需的范围内。

[0044] 此外,根据本发明,可以有效地实现运行和维护中的成本降低,因为当该清洁设备包括能够定期地转换施加在电极板之间的电压的极性的极性转换装置时,不需要维护且不需要服务人员的清洁而将在电极板的表面上形成并且粘附其上的水垢除去。

[0045] 此外,根据本发明,可以有效地使用钛板,因为当施加在电极板之间的电压定期地转换其极性时,彼此以面对面方式放置的两个电极板几乎同样地被消耗,没有过度地消耗其中一个电极板。

[0046] 根据本发明,当循环水的导电率高于预定值时,通过增大电极板之间的电流可以有效地除去包含在循环水中的水垢,导致阳极板的表面上形成的阳极氧化的氧化物层的强制性介电击穿,并因此使电流以足以除去水垢的量流经循环水,同时防止阳极氧化的氧化物层的形成。另一方面,当循环水的导电率低于预定值时,通过降低电极板之间的电流的量可以有效地抑制电极板的消耗。

[0047] 根据本发明,当循环水的氧化还原电位高于预定值时,通过增大电极板之间的电流的量可以有效地除去包含在循环水中的水垢,导致阳极板的表面上形成的阳极氧化的氧化物层的强制性介电击穿,并因此使电流以足以除去水垢的量流经循环水,同时防止阳极氧化的氧化物层的形成。另一方面,当循环水的氧化还原电位低于预定值时,通过降低电极板之间的电流量可以有效地抑制电极板的消耗。

[0048] 附图简述

[0049] 图 1 示出了根据本发明的一个实施方案的用于清洁冷却塔中的循环水的设备。

[0050] 图 2 示出了用于图 1 的清洁设备的电极板装置。

[0051] 图 3 示出了包括在图 1 的清洁设备中的空调系统。

[0052] 图 4 示出了根据本发明的一个实施方案的用于冷却塔中的循环水的清洁设备的控制方案。

[0053] 图 5 是示出施加在电极板之间的电压和导电率或氧化还原电位的关系的曲线图。

[0054] 图 6 是示出导电率和氧化还原电位相对于电压偏差的变化的曲线图。

[0055] 图 7 是示出电流密度的量(A/m^2)和导电率($\mu\text{S}/\text{cm}$)的降低速度的关系的曲线图。

[0056] 图 8 是示出导电率和氧化还原电位相对于电流偏差的变化的曲线图。

[0057] 图 9 示出了空调系统。

[0058] 本发明的最佳实施方式

[0059] 图 1 示出了根据本发明的一个实施方案的用于冷却塔中的循环水的清洁设备。图 2 示出了用于图 1 示出的清洁设备的电极板装置。

[0060] 在这种图中,数字 10 对应于清洁设备,这一清洁设备 10 包括:电解清洁箱 12;包括在该电解清洁箱 12 中的电极板装置 14;和用于向该电极板装置 14 提供 DC 电流的 DC 电源 16。

[0061] 该电解清洁箱 12 由箱子形式的容器构成。在底部 18 且接近该电解清洁箱 12 的侧面部分的位置设置进水口 22。该进水口 22 接收循环水,该循环水通过供水泵 20 从以下描述的冷却塔 68 的水接收槽 74 中排出。该电解清洁箱 12 和供水泵 20 的大小或容量根据冷却塔 68 的大小或容量确定。

[0062] 该电极板装置 14 包括多个第一电极板 24 和多个第二电极板 26,它们以并行方式交替地放置,板之间相距预定的空间。该电极板装置 14 的大小根据打算使用的冷却塔的大小或容量确定。

[0063] 该电极板装置 14 的第一电极板 24 和第二电极板 26 分别连接到 DC 电源 16 的阳极和阴极输出端。该 DC 电源 16 由 DC 稳定的电源构成,该 DC 稳定电源能够提供相对于一个第一电极板 24 的单位面积(m^2)大约 0.1- 大约 20 安培的电流。

[0064] 两个平行溢流隔板 30 相距预定的空间几乎垂直地排列在进水口 22 的远侧以及电解清洁箱 12 的侧面部分 28 和电极板装置 14 之间。在垂直方向上,一个隔板略微不与另一个对齐放置。将用于排出清洁的循环水的出口 32 设置在电解清洁水槽 12 的侧面部分 28 的上部,在与设置溢流隔板 30 相同的一侧上。

[0065] 将用于测量循环水的导电率的导电计 34 设置在电解清洁水槽 12 的侧面部分 28 和溢流隔板 30 之间接近出口 32 的位置。将该导电计 34 连接到报警设备 38 上,以便当循环水的导电率大于或等于预定值时报警灯 40 打开或报警蜂鸣器 42 发声。

[0066] 将浮球开关 36 连接到该电解清洁箱 12 的上部。如果水垢已经在接收槽 44 的过滤部件 60 中聚集并且已经引起已处理的水的流动阻力,从而阻止该已处理的水流出该电解清洁箱 12,那么通过该浮球开关 36,报警灯 40 将打开或者报警蜂鸣器 42 将发声。

[0067] 将接收水槽 44 放置在电解清洁箱 12 的下面,以临时盛装在该电解清洁箱 12 中清洁过的循环水。出口 32 通过排水管线 46 与接收槽 44 连接。

[0068] 将抽空泵 48 设置在接收槽 44 附近,以将装在接收槽 44 中的清洁的循环水输送回到冷却塔 68。将浮球开关 50 设置在接收槽 44 中,这样,当接收槽 44 中的循环水高于或等于预定水平时,通过操作抽空泵 48,装在接收槽 44 中的循环水将返回到冷却塔 68 中。

[0069] 将排放口 52 设置在电解清洁箱 12 的底部 18 的中心位置或其附近,以通过该排放口 52 排放除去的水垢。电解清洁箱 12 的底部 18 向下倾斜至排放口 52,该倾角在 25-35 度的范围内。

[0070] 将排放装置 54 设置在清洁箱 12 的底部 18 外面的排放口 52 的位置,满足该排放装置方向向下。该排放装置 54 包括门控装置或者排放阀 56,其门控定时和持续时间通过门控计时器 58 进行控制。

[0071] 该排放装置 54 的出口是打开的,没有与其它管线连接。将过滤部件 60 设置在紧靠排放装置 54 下面和接收槽 44 上面的位置,以分离出随循环水排出的水垢。

[0072] 排放装置 54 的容量满足,当电解清洁箱 12 充满预定水平的水并且排放阀 56 完全打开时,排放水的最大流率可以等于或大于 30 升 / 分钟。

[0073] 接下来,将在以下参照图 3 和 4 描述用于冷却塔中循环水的清洁设备的操作。图 3 示出了根据本发明的一个实施方案的包括图 1 所示的清洁设备的空调系统,图 4 示出了用于冷却塔中循环水的清洁设备的控制方案。

[0074] 通过操作供水泵 20 将循环水从冷却塔 68 的水接收槽 74 中泵出,然后通过电解清洁水槽 12 的进水口 22 提供给电解清洁箱 12。

[0075] 所供应的循环水浸没电极板装置 14,越过溢流隔板 30,通过出口 32 从电解清洁箱 12 溢出,并进入接收槽 44。

[0076] 调节该接收槽 44 中的浮球开关 50 使其在预定水平上接通。因此,当接收槽 44 中的循环水达到该预定水平时,浮球开关 50 接通,并且接着抽空泵 48 开始运行。结果是,通过抽空泵 48 将流入接收槽 44 的循环水输回到冷却塔 68 的水接收槽 74 中。

[0077] 当 DC 电源 16 在电解清洁箱 12 充满循环水的情况下开始运行时,分别将正电压和负电压施加到第一电极板 24 和第二电极板 26 上。包含在循环水中的金属离子,如钙,镁和溶解的二氧化硅,被吸到第二电极板 26 上,并因此在其表面上被还原,导致水垢在第二电极板 26 的表面上或其附近沉淀,以逐渐减少循环水中的这些阳离子。

[0078] 在这个实施方案中,使用恒定电流 DC 电源作为 DC 电源。在第一电极板 24 和第二电极板 26 之间流动的恒定电流在用作阳极的第一电极板 24 的表面形成阳极氧化的氧化物层,因此该第一电极板 24 的表面电阻增大。在电阻增大的同时,施加到该第一电极板 24 的表面的阳极氧化的氧化物层的电压将与这一增大的电阻成比例增加,并让该第一电极板 24 的表面的阳极氧化的氧化物层经受介电击穿。结果,该阳极氧化的氧化物层从第一电极板 24 上剥离,第一电极 24 的表面电阻减小。

[0079] 在通过电解连续地清洁循环水一段时间之后,水垢将在第二电极板 26 的表面上或其附近沉淀,并且作为渣状物质逐渐地在电解清洁水槽 12 的底层 18 上聚集。

[0080] 根据用于控制阀 56 的操作定时和保持时间的预定设置,在经过预定的操作时间之后,门控计时器 58 打开排放阀 56,结果,通过流经排放装置 54,电解清洁水槽 12 中的循环水与聚集在底层 18 上的水垢一起被排出。

[0081] 通过滤过过滤部件 60 除去排出的循环水中的水垢,所得循环水进入接收槽 44。排放阀 56 在经过预定的保持时间之后关闭,并将电解清洁箱 12 再注满循环水。当聚集一定量的时候,将过滤部件 60 上残留的水垢顺序地从该过滤部件 60 中转移并除去。

[0082] 放置在电解清洁箱 12 的出口附近的导电计 34 不断地监测循环水的导电率。如果循环水的导电率变得大于或者等于预定值,告警设备 38 运行以便开启报警灯 40 并使报警蜂鸣器 42 发声。

[0083] 连接到电解清洁箱 12 的上部的浮球开关 36 监测由于接收水槽 44 的过滤部件 60 上的水垢的积聚引起的已处理的水的流动阻力。如果流动阻力变得大于或者等于预定值,水位因而上涨至浮球开关 36 的水平,导致报警灯 40 开启和报警蜂鸣器 42 发声。

实施例

[0084] 实施例 1

[0085] 将冷冻容量为 120 吨的冷却塔中的循环水从循环通道中抽出,通过流经根据本发明的设备进行清洁,然后送回至该循环通道。

[0086] 用于根据本发明的设备的电极板装置 14 由七十二(72)个钛板组成,该钛板具有 300mm 的宽度,600mm 的高度和 1mm 的厚度。将三十六(36)个板定向使其面向另外三十六(36)个钛板,板之间的间距为 24mm。使用恒定电流 DC 电源作为 DC 电源 16,以向电极板装置 14 提供六安培的恒定电流。

[0087] 如图 5 所示,在初始期间,电极板之间的电压是 0.5V,并且来源于该恒定电流 DC 电源提供的电极板之间的恒定电流。然而,该电压随着阳极板表面上形成的阳极氧化的氧化物层的电阻的增加而逐渐地增加,最后高达 18V。一旦该电压已达到这个值,使该阳极氧化的氧化物层经受介电击穿然后剥离,导致电阻的减小,从而电极板之间的电压下降至大约 15V。电极板之间的电阻没有进一步下降,然后阳极氧化的氧化物层开始再生。这样,阳极氧化的氧化物层的产生、击穿和剥离的循环不断重复。

[0088] 在这一实施例中,如图 6 所示,循环水的导电率在最初为 $1000\ \mu\text{S}/\text{cm}$,然后逐渐地降低并稳定在 $700\text{--}850\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 。同样地,如图 6 所示,氧化还原电位最初为 470mV,然后逐渐地降低并稳定在负六十(-60)mV。对聚集在电解清洁箱的底部的渣状物质进行分析并发现其主要组分包括二氧化硅、钙和镁,以及经受介电击穿的氧化钛。

[0089] 实施例 2

[0090] 以与实施例 1 中描述的相同的方式进行这个实验,不同在于电极板之间流动的电流密度在三个水平上变化,即 $0.7\text{mA}/\text{m}^2$, $1.4\text{mA}/\text{m}^2$ 和 $2.1\text{mA}/\text{m}^2$ 。图 7 示出了循环水的导电率。这个实验表明较高的电流密度在较短的时间里降低循环水的导电率。

[0091] 实施例 3

[0092] 在实施例 1 描述的情况下连续操作一星期后,变换极性并继续操作,结果,牢牢粘附在阳极(之前为阴极)表面上的水垢剥离并沉积在电解槽的底部。

[0093] 然后在相同的情况下继续该操作一周,水垢牢牢地粘附到阴极的表面,就像初始操作那样。然而,可以预料进一步的连续操作将使水垢牢牢地粘附在阴极,从而使水垢的回收变得困难,或者由于电阻的原因降低水垢粘附的效率。因此,通过每隔一周交替地变换极性来继续该操作。结果,粘附在阴极的水垢有效地被剥离,然后与通过介电击穿剥离的阳极氧化的氧化物层一起沉积在电解清洁箱 12 的底部。重复这样的极性变换使得牢牢粘附在阴极上的水垢能够有效地被剥离并再循环,并且通过阻止水垢粘附到阴极而使电解效率保持在一定的水平上。

[0094] 实施例 4

[0095] 在实施例 1 中描述的情况下,使用恒定电流电源,并根据通过导电计 34 获得的导电率,调整由 DC 电源 16 供给电极板装置 14 的电流。换言之,当导电率超过 $1000\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 时,将电流增大至大约两倍,而当导电率低于 $700\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 时,将电流减少至初始值。结果,如图 8 所示,通过将电流增大至大约两倍,导电率从 $1040\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 降低至 $690\ \mu\text{S}/\text{cm}$,而通过将电流减小至初始值,导电率从 $690\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 增加至 $810\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 。这个结果表明通过控制提供给电极板装置 14 的电流可以获得所需的性能。

[0096] 总之,有效地除去了循环水中的水垢。还节省了用电成本,并且避免了电极板的腐蚀和 / 或消耗,因为当导电率在可接受的范围内时不需要过量的电流。

[0097] 实施例 5

[0098] 如与实施例 4 中描述的情况一样,使用用于测量循环水的氧化还原电位的 ORP 测量计和恒定电流电源,并且根据通过 ORP 测量计获得的氧化还原电位,增大提供给电极板装置 14 的电流。换言之,当氧化还原电位超过 200mV 时,将电流增加 100%。结果,如图 8 所示,通过将电流增加 100%,氧化还原电位从 280mV 降低至 -60mV。这个结果表明通过控制提供给电极板装置 14 的电流能够获得所需的性能。

[0099] 总之,有效地除去了循环水中的水垢。还节省了用电成本,并且避免了电极板的腐蚀,因为当氧化还原电位在可接受的范围内时不需要过量的电流。

[0100] 除了用于上述实施例的恒定电流 DC 电源,可以使用恒定电压 DC 电源作为 DC 电源。在此情况下,通过安培计(未显示)监测电极板之间的电流,当电流低于预定值时,提高电源电压。通过提高电源电压,电极板表面上的阳极氧化的氧化物层将经受介电击穿并剥离,因此电极板之间的电阻将降低,使电流以预定值流动。然后,将电源电压恢复至初始值,通过这样做过量电流不会在电极之间流动,因此可以防止电极的快速腐蚀。

[0101] 工业应用性

[0102] 本发明适用于冷却塔中,以及昼夜浴室、游泳池、人工池等中循环水的清洁。

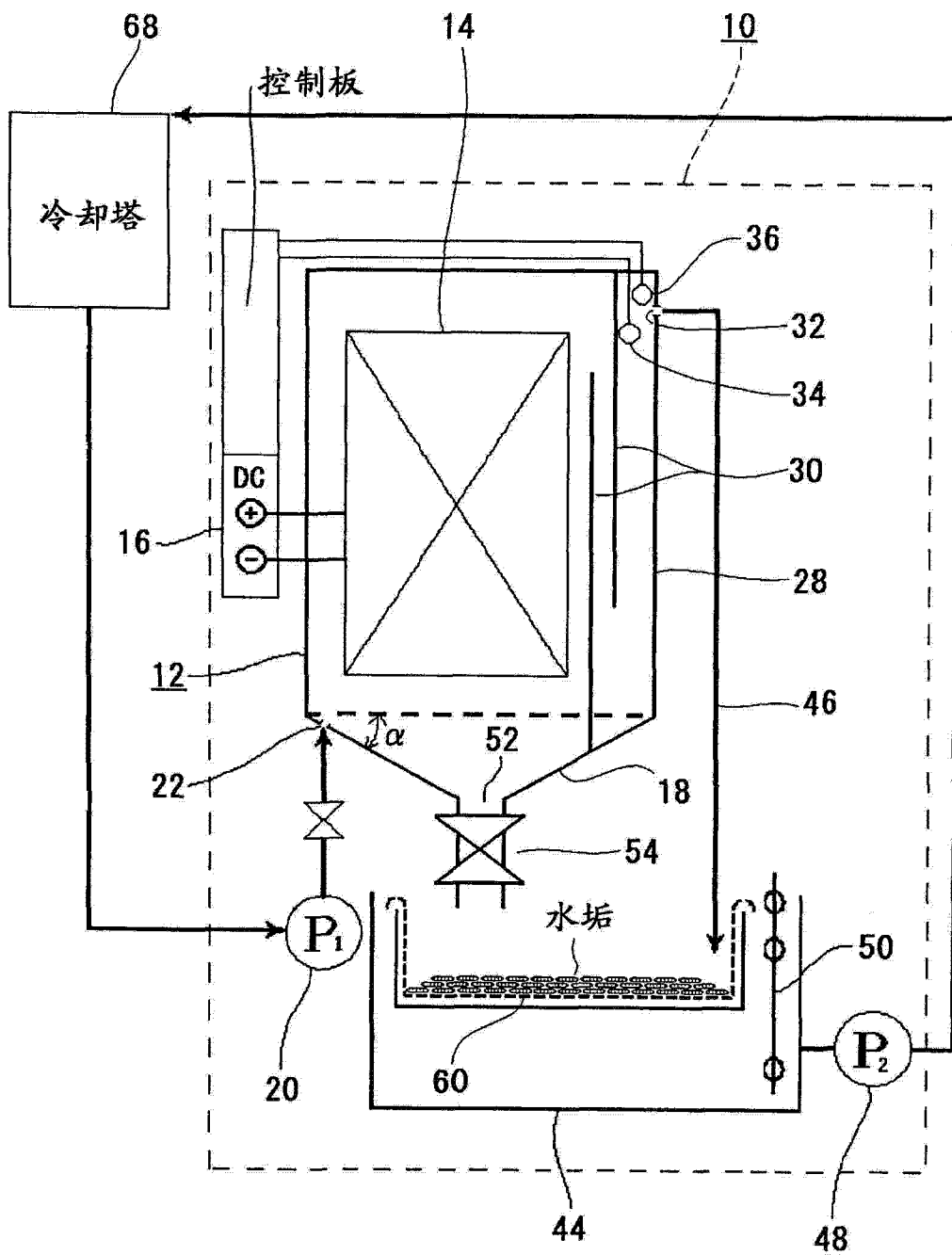


图 1

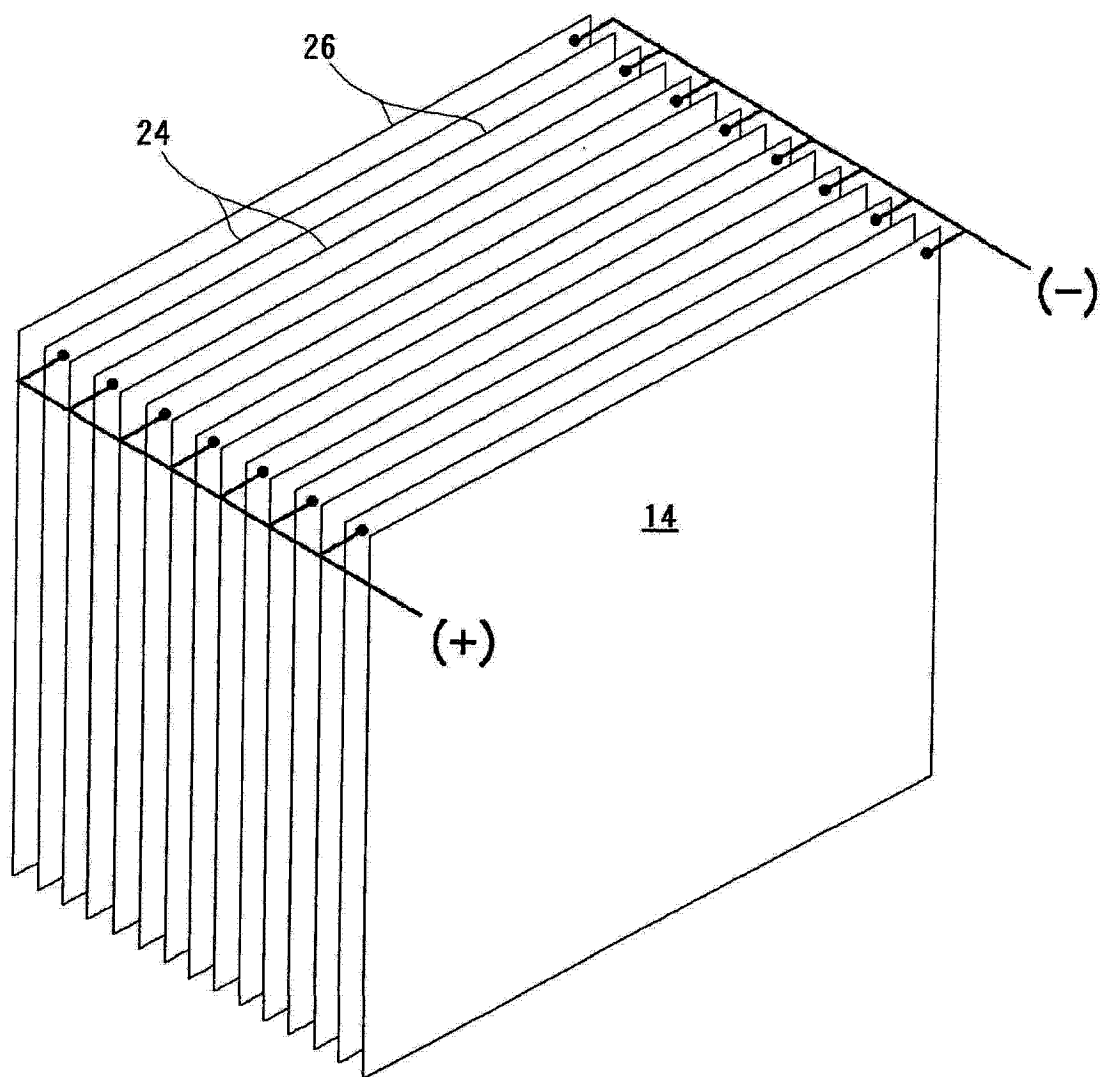


图 2

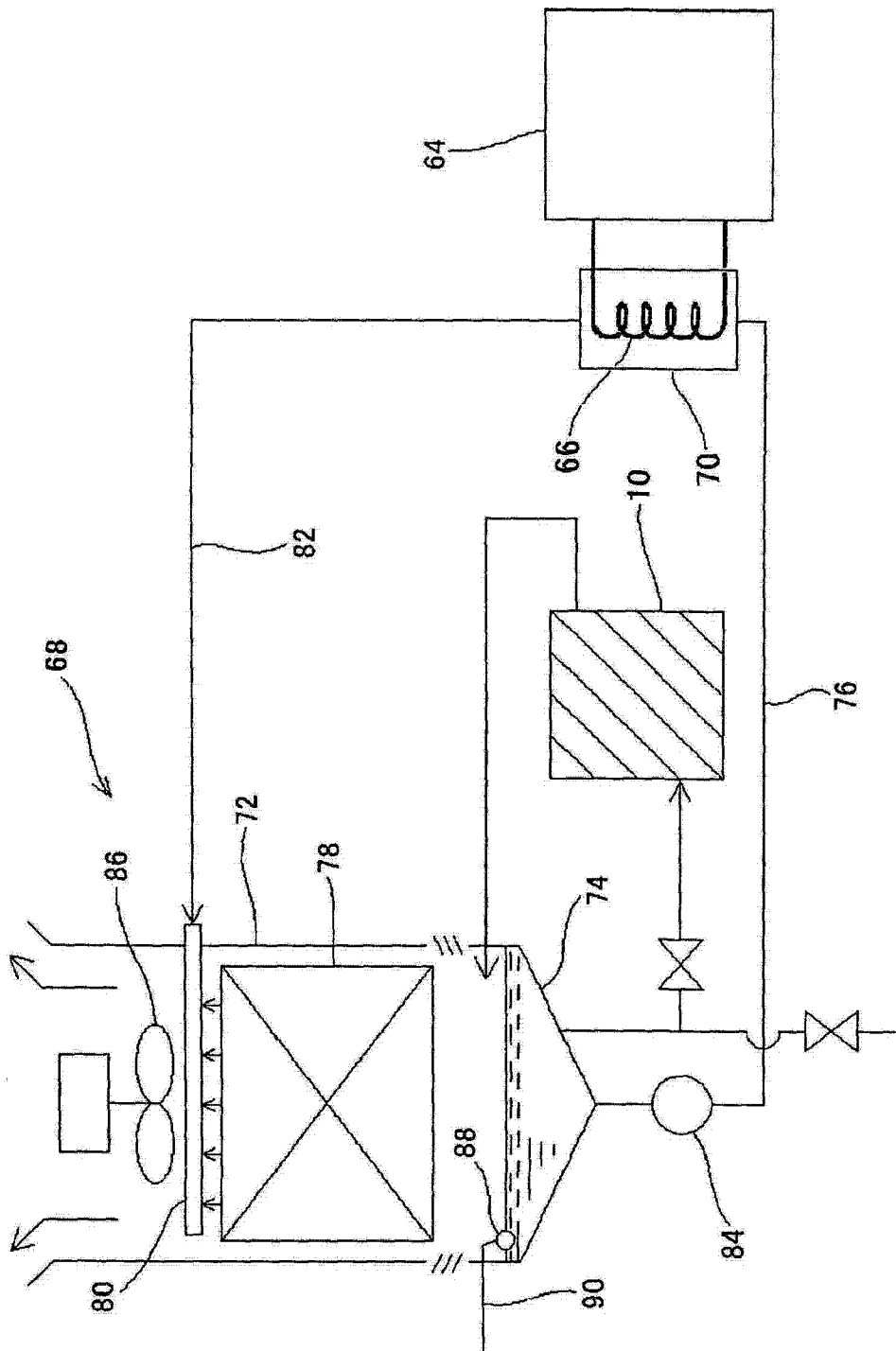


图 3

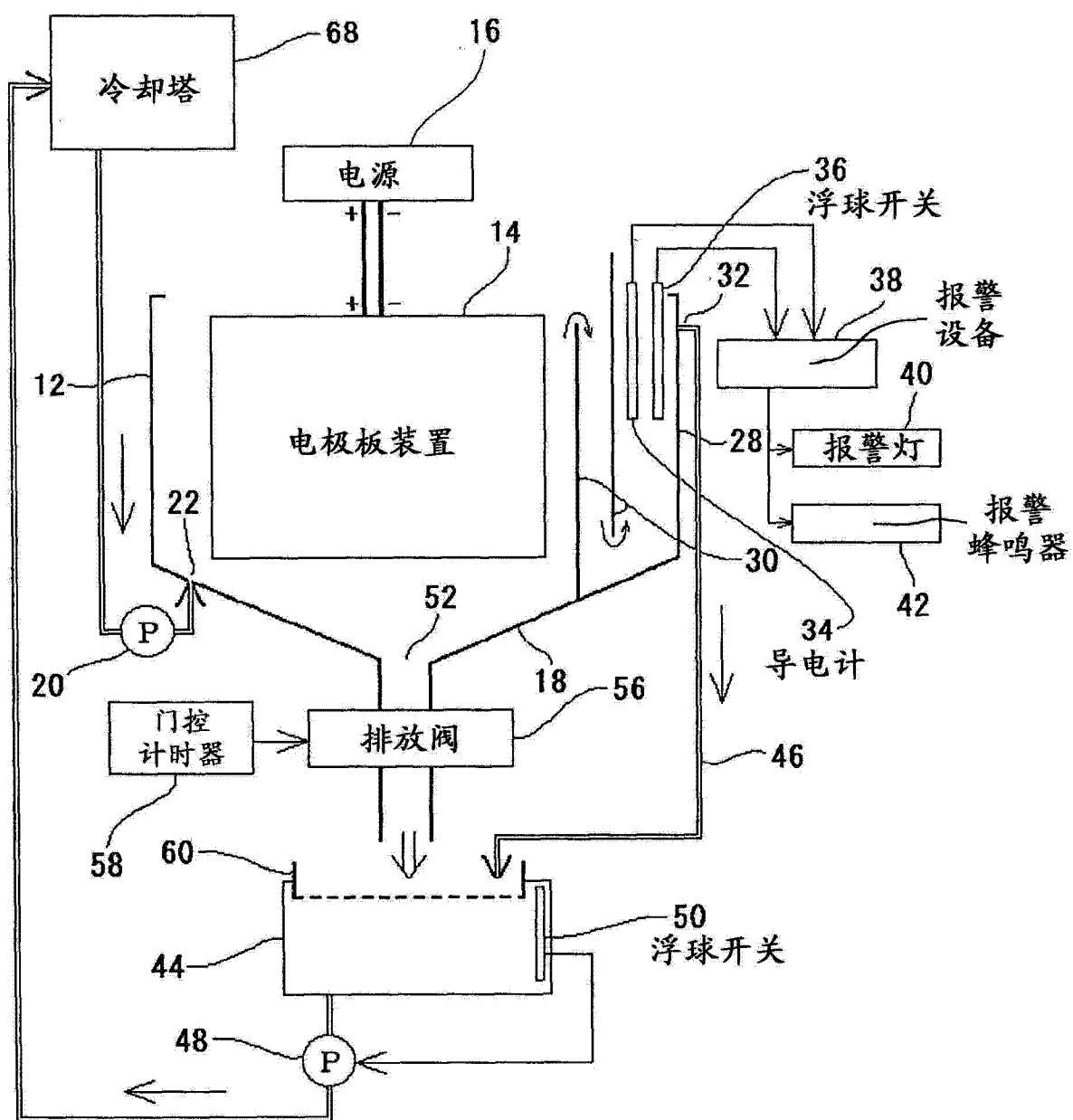


图 4

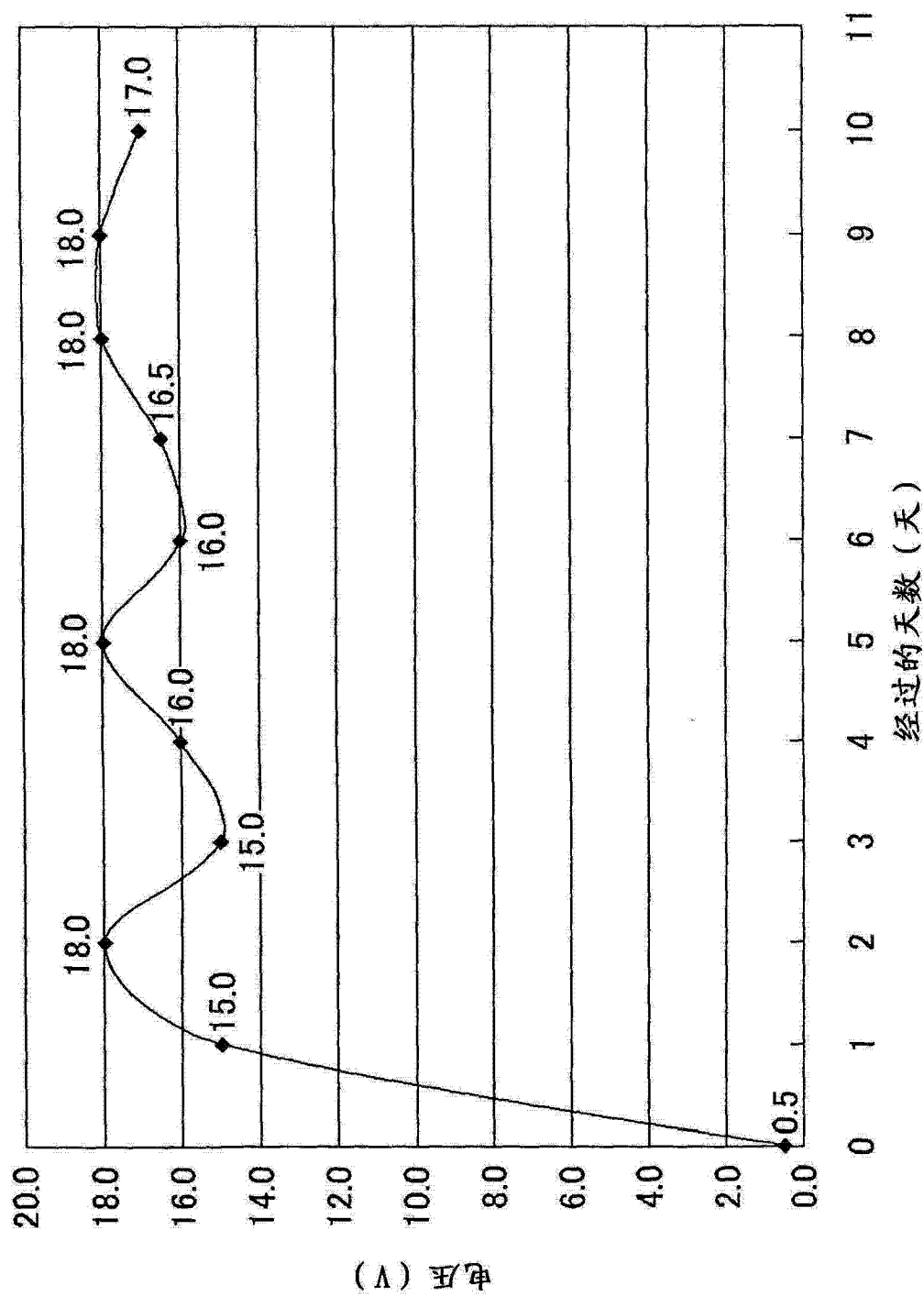


图 5

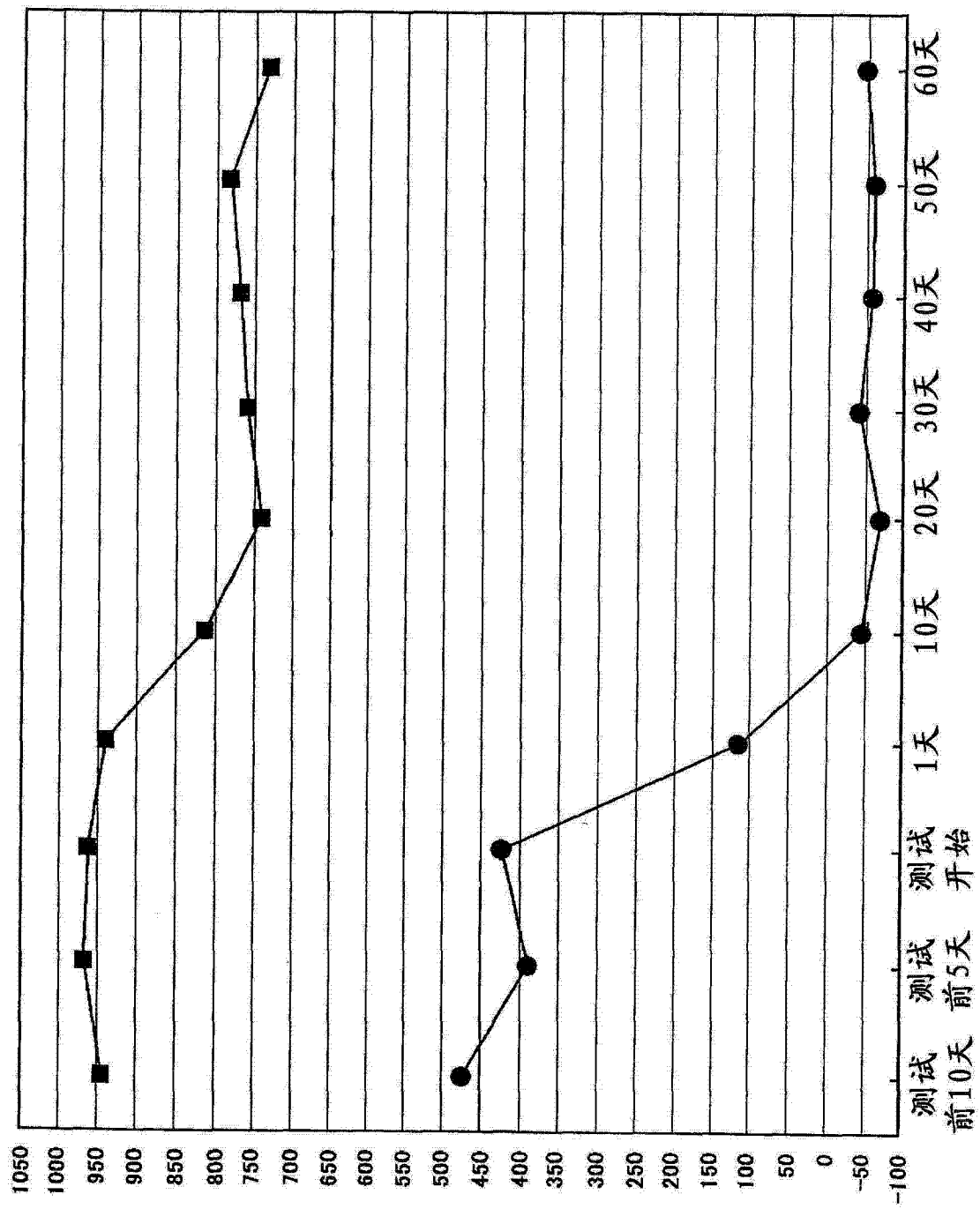


图 6

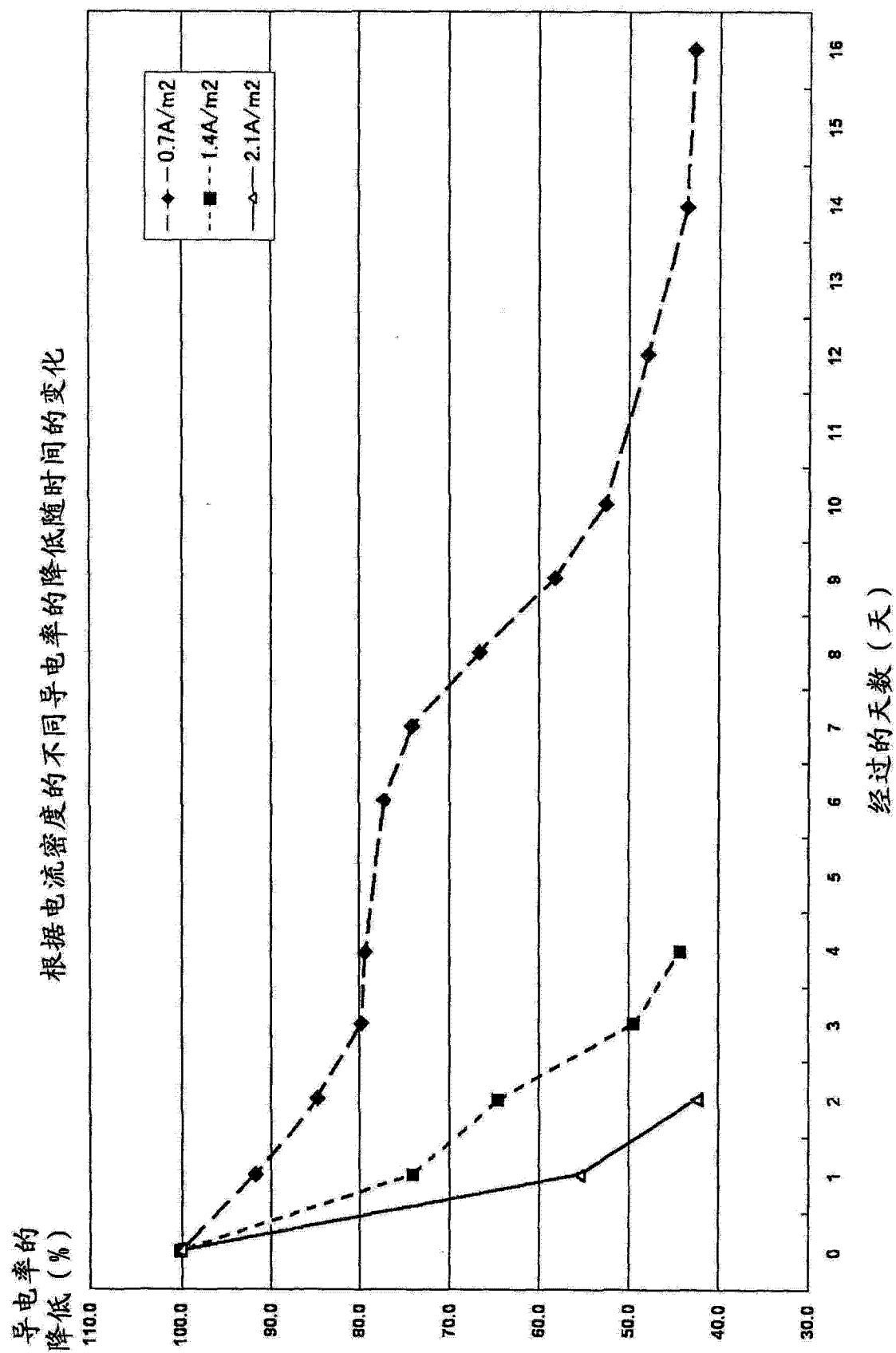


图 7

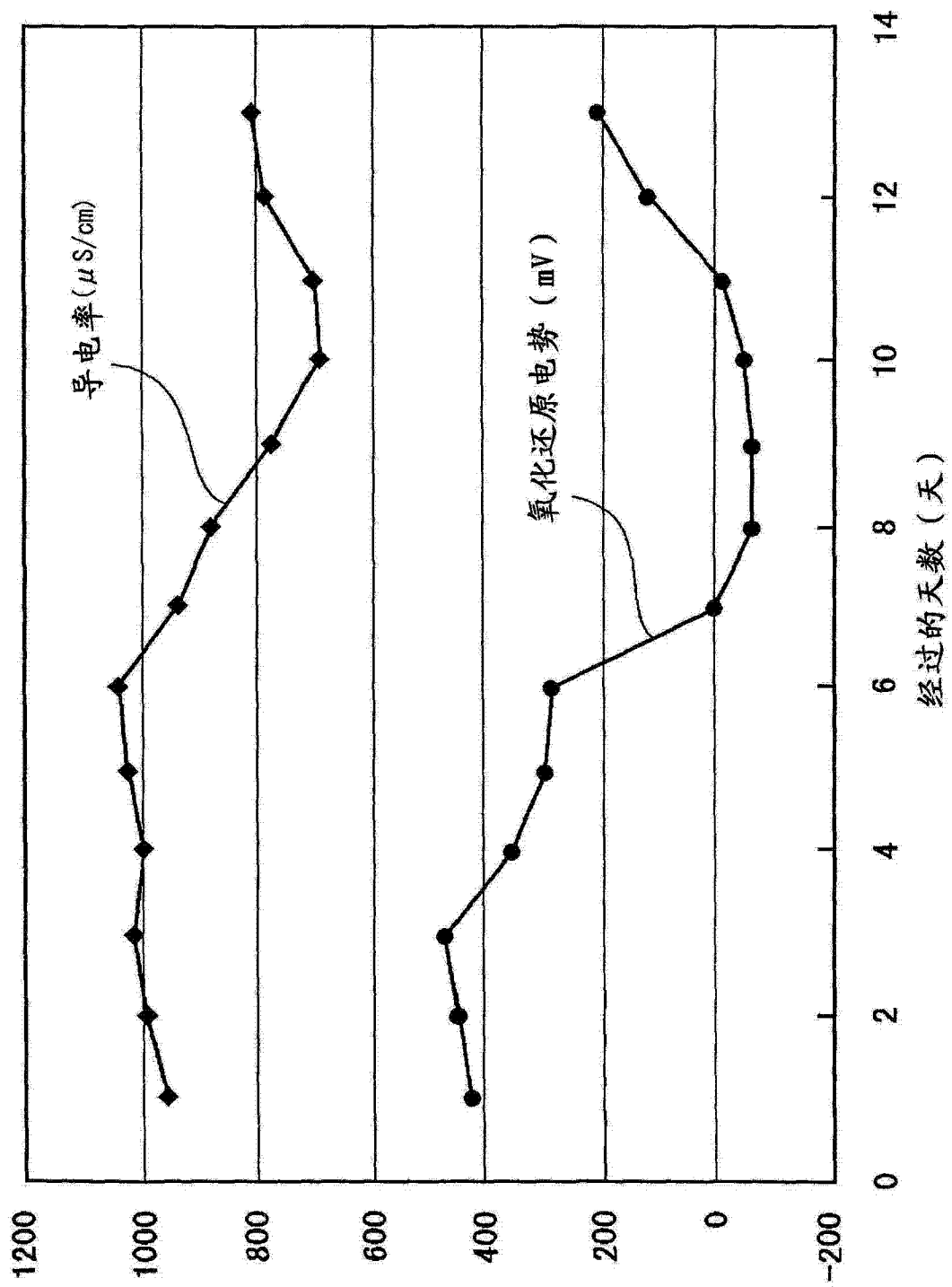


图 8

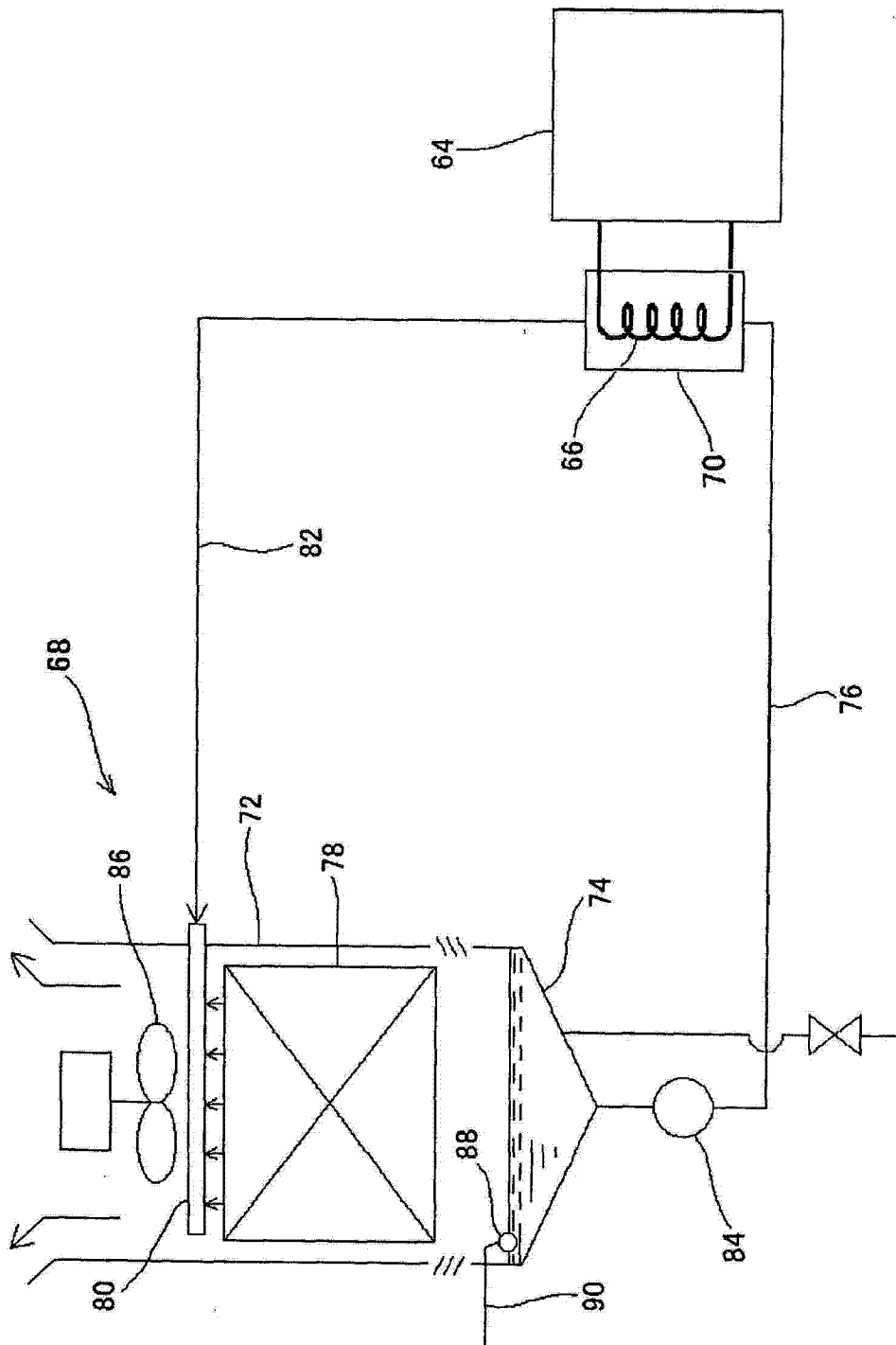


图 9