[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl[6]
F25B 21/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96108298.4

[43]公开日 1997 年 4 月 16 日

[11] 公开号 CN 1147619A

[22]申请日 96.7.23

[30]优先权

[32]95.7.24 [33]JP[31]187360/95

[32]95.11.15[33]JP[31]296951/95

[32]96.2.22 [33]JP[31]35003/96

[71]申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 森口哲雄 山内四郎

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

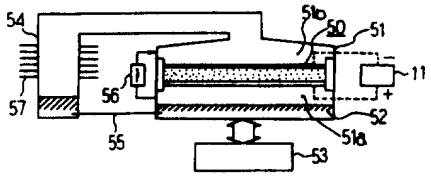
代理人 任永武

权利要求书 3 页 说明书 33 页 附图页数 20 页

[54]发明名称 通过电解反应的水蒸发式冷却方法及其冷却装置

[57]摘要

本发明提供一种通过电解反应的水蒸发式冷却装置，用固体电解膜把密封空间分隔成两个空间，水贮存在第 1 空间，冷凝器与第 2 空间连通而设置，所凝聚的冷凝水通过通水管路返回到第 1 空间内。两个空间的气相部通过差压式通气机构 56 而连接。对于固体电解膜的两面，为分别在第 1 空间侧的面上发生水的电解反应、在第 2 空间侧的面上发生水的生成反应，而施加来自直流电源的直流电压。从而满足电子元件级冷却的使用要求。



权 利 要 求 书

1. 一种通过电解反应的水蒸式冷却装置，是在有选择地通过质子的固体高分子电解质的两面上设置成多孔质电极，其特征在于，具有：把被气体充填的密封空间分隔成第1密封空间和第2密封空间的固体电解膜、贮存在前述第1密封空间内的水、冷凝前述第2密封空间内气体中所含水分的冷凝装置和通过前述冷凝装置将凝聚的冷凝水返回到前述第1密封空间的回水装置、前述第1密封空间的气相部与前述第2密封空间的气相部的压力差一旦超过动作压力时前述第1和第2密封空间的气相部之间就通气的差压式通气装置及在前述固体电解膜的两面设置的多孔质电极间外加直流电压的直流电源。

2. 根据权利要求1所述的冷却装置，其特征在于，具备通过通气管与第1密封空间接通的在内部贮有水的含水层的第3密封空间，通过回水装置将凝聚的冷凝水返回到前述含水层，又构成前述第3密封空间的罐体的冷却部用可挠性构件制成、从而该冷却部外形对应于由与该冷却部热连接的被冷却体外形且能变形。

3. 根据权利要求1所述的冷却装置，其特征在于，具备通过通气管与第1密封空间接通的在内部贮有水的含水层的第3密封空间，通过回水装置将凝聚的冷凝水返回到前述含水层，又至少将前述通气管一部分用可挠性构件制成，从而使前述第3密封空间位置相对第1密封空间成为可变动的。

4. 根据权利要求1所述的冷却装置，其特征在于，具备搅拌第1及第2密封空间气相部气体的气体搅拌装置。

5. 根据权利要求1所述的冷却装置，其特征在于，将与被冷却体热连接的冷却板与固体电解膜或第1固体电解膜相对配置，从而形成第1密封空间、在前述冷却板的与前述固体电解膜相对面上形成含水层、且第1密封空间贮存的水要由前述含水层来供水。

6. 根据权利要求5所述的冷却装置，其特征在于，形成冷却板的一部分要面对第2密封空间、且面对前述第2密封空间内的该冷却板的一部分上做成一个积蓄通过冷凝装置凝聚的冷凝水的冷凝水积存部、冷凝水积存部和含水层又形成能通水。

7. 一种通过电解反应的水蒸发式冷却装置，在有选择性地通过质子的固体高分子电解质的两面上设置或多孔质电极，其特征在于，具有：把充填气体的密

封空间分成第1空间第1和第2空间的固体电解膜、在前述第1空间内形成的水膜在与第2空间连通的冷凝空间冷凝前述第2空间内气体中所含水分的冷凝装置、通过前述冷凝装置将凝聚的冷凝水返回到第1空间内形成的前述水膜的回水装置、为连通前述第1空间和第2空间而设置的通气孔、及前述固体电解膜的两面设置的多孔质电极间外加直流电压的直流电源。

8. 根据权利要求7所述的冷却装置，其特征在于，具有形成第1空间壁面及形成冷凝空间构件的壁面上为互相连接而附设的网状、棉状或海绵状的吸水材料，使由冷凝装置凝聚的冷凝水吸到冷凝空间内的前述吸水材料上，通过前述吸水材料的毛细管现象作用，回水到前述第1空间内的前述吸水材料上从而使前述第1空间内形成水膜。

9. 根据权利要求7所述的冷却装置，其特征在于，与被冷却体热连接的冷却板与固体电解膜相对配置从而构成第1空间，而且在和冷却板的固体电解膜相对面上附设网状、棉状或海绵状的吸水材料、从而使前述吸收材料吸水形成水膜。

10. 根据权利要求7—9中任一项所述的冷却装置，其特征在于，固体电解膜做成筒状，其轴心要设置成为大致铅垂方向，且将第1空间和第2空间相对于该固体电解膜轴心做成同心状，通气孔设置在密封空间的该轴心方向最下部、前述第1空间及第2空间设在前述密封空间的该轴心方向下面，而冷凝空间设在与前述第2空间相连的前述密封空间轴心方向最上面。

11. 根据权利要求7—9中任一项所述的冷却装置，其特征在于，固体电解膜做成筒状、其轴心要设置成为大致铅垂方向、将第1空间和第2空间相对于该固体电解膜轴心做成同心状、前述第1空间配置在前述第2空间的内周侧、通气孔被设置在该轴心方向的最下部而在前述2空间外周部配有冷凝装置且把前述第2空间作为凝聚空间。

12. 根据权利要求1或7中任一项所述的冷却装置，其特征在于，在第1密封空间及第2密封空间内，充填由氧气和水蒸气所组成的气体。

13. 一种通过电解反应的水蒸发式的冷却方法，其特征在于，在使充填气体的密封空间有选择地通过质子的固体高分子电解质两面上通过设置成多孔质电极的固体电解膜分隔成第1及第2空间、且在两面上设置的前述多孔质电极间外加直流电压使前述第1空间侧的前述固体电解膜之面上产生水的电解、以该水的电解生成的质子使其通过前述固体电解膜流动到前述第2空间侧的固体电解膜之面、在此面发生水的生成的反应且在第1及第2空间间发生湿度差、从而

使在前述第 1 空间内贮有水的温度开始下降。

14. 根据权利要求 13 所述的冷却方法，其特征在于，凝聚第 2 密封空间的高湿度气体而生成冷凝水，将该冷凝水返回到第 1 密封空间从而补充贮存在前述第 1 密封空间内的水。

15. 根据权利要求 13 所述的冷却方法，其特征在于，设有连通第 1 空间和第 2 空间的通气孔，在前述第 1 空间侧固体电解膜之面用水的电解生成的氧气通过前述通气孔使之回流到前述第 2 空间。

说　明　书

通过电解反应的水蒸发式冷却方法及其冷却装置

本发明涉及以装载在电子设备和电力设备的大规模集成电路为中心的电子元件与电源组件的冷却方法及其冷却装置，尤其涉及通过用固体高分子电解质来制作的膜状体的电解效应在该膜状体两面间使得产生湿度差，加速水的蒸发和水蒸气的凝聚从而使得发生冷却效应的水蒸发式冷却方法及其冷却装置。

以往，对以冷却或空调为目的热泵有制冷剂压缩式热泵、以溴化锂水系的水作为制冷剂的吸收式热泵，有利用佩尔蒂效应的电子式冷却方法等。此外，关于除湿装置，使与空气和氯化锂等吸湿液接触而吸收空气中水蒸气的吸收式调温装置等正被应用。

而且，在上述装置中，使用膜状体的装置是由日本专利，例如特开平 6—154543 号公报、特公平 2—24572 号公报所提出的。

图 25 是表示如特开平 6—154543 号公报上所记载的以往水蒸气穿透膜式除湿装置的结构图。

该除湿装置具有：存放除湿液体 1 的容器 2；使入口 3a 接通室内、出口 3b、3c 通过挡风板 12 的开闭转换成室内与室外而被连通的通风管道 3；在此通风管道 3 内设置一个通过水蒸气穿透膜在水蒸气穿透膜制成的管子 4 内的除湿液体 1 和管子 4 外的流通空间之间进行水分授受的吸放湿组件 5 及一个由入口 3a 处把风送到该吸放湿组件 5 的风扇 13。此外，该装置在吸放湿组件 5 的两端和容器 2 之间，通过装有泵 6 的管路 7 与管路 8 分别连接，靠泵 6 可使容器 2 内除湿液体 1 在吸放湿组件 5 中循环。该装置又设置电子冷冻元件 9 以期获得与管路 7 热交换、靠佩尔蒂效应使得吸湿液体 1 能择一地加热或冷却。

在这里，被使用的除湿液体 1 例如氯化锂(LiCl)水溶液，利用其溶液浓度越高而它的温度就越低这种原理把与氯化锂水溶液所接触空气的相对湿度维持在低值。另外，组成管子 4 的水蒸气穿透膜应用了如在主链与侧链内带有羟基等的聚酯系高分子物质。

下面说明一下关于上述现有的水蒸气穿透膜式除湿装置的动作原理。

首先说明室内除湿的情况，开关 10 放在图 25 所示的位置，则来自于直流电

源 11 的电流向电子冷冻元件 9 正方向流动。此时挡风板 12 放在如图 25 所示的位置，使出口 3b 通向室内的同时，起动风扇 13、泵 6。于是容器 2 内的高浓度除湿液体 1 靠泵 6 一边压送至管路 7 内，一边通过放热板 14a 按佩尔蒂效应与吸热的电子冷冻元件 9 的一面接触而被冷却且成为低温高浓度状态而到达吸放湿组件 5。

被送到吸放湿组件 5 的除湿液体 1 一边流过管子 4 内，一边吸收以由于蒸气压差形成管子 4 管壁的水蒸气穿透膜为媒介靠风扇 13 而在通风管道 3 内流动的室内空气中所含的水份。然后，除去水份的空气通过出口 3b 返回到室内。这样，室内的空气被循环、除湿。

另一方面，吸收了水份的除湿液体 1 变成低浓度且通过管路 8 返回到容器 2，容器 2 内的除湿液体 1 的浓度降低。

接着说明从吸收能力饱和的除湿液体 1 中脱水的情况，把开关 10 转换到图中箭头方向，则来自于直流电源 11 的电流向电子冷冻元件 9 逆方向流动。此时，挡风板 12 朝图中箭头方向转换，使出口 3c 与室外连通的同时，起动风扇 13、泵 6。于是容器 2 内的低浓度除湿液体 1 靠泵 6 一边压送至管路 7 内，一边通过散热板 14a 按佩尔蒂效应与发热的电子冷冻元件 9 的一面接触而被加热且成为高温低浓度状态而到达吸放湿组件 5。

被送到吸放湿组件 5 的除湿液体 1 内的水份一边流过管子 4 内，一边以由于蒸气压差形成管子 4 管壁的水蒸气穿透膜为媒介在流动的空气中被放出。然后，被得到水份的空气通过出口 3c 被排出室外，释放了水份的除湿液体 1 变成高浓度通过管路 8 被返回到容器 2。

通过重复这种动作，达到室内空气除湿和除湿液体 1 的再生。

图 26 是表示如特公平 2—24572 号公报所记载的使用多孔质膜的吸收式温度交流换热器。

该吸收式温度交流换热器，具备了稀释装置 15 和浓缩装置 16 及循环吸收液与水的循环泵 17a、17b、再生热交换器 18。而稀释装置 15 靠有选择性地仅仅透过水蒸气 21 的疏水性多孔质膜 19 被分隔成吸收室 15a 和蒸发室 15b，而浓缩装置 16 同样靠疏水性多孔质膜 19 被分隔成浓缩吸收液的浓缩槽 16a 和凝聚水蒸气的冷凝槽 16b。

下面说明一下关于上述现有的吸收式温度交流换热器的动作原理。

使吸收液为蒸气压力较低的化学物质、如使用的溴化锂水溶液在吸收室 15a 和浓缩槽 16a 之间循环。

因此，通过蒸发室15b内的水的蒸发，而产生的水蒸气21靠疏水性多孔质膜19为媒介透过吸收室15a被吸收液所吸收。吸收水份而被稀释的吸收液送进浓缩槽16a，并且在浓缩槽16a中被加热沸腾成为浓缩液后返回到吸收室15a，从而有助于水蒸气的吸收。

另一方面，在蒸发室15b中通过蒸发而温度下降的水作为致冷源被利用。此外，在深缩槽16a中被稀释的吸收液被加热沸腾从而产生的水蒸气21通过疏水性多孔质膜19为媒介透过冷凝器16b且由此冷凝成水，返回到蒸发室15b。

重复这种动作，能获得至少任何一种的致冷与发热。

这里，蒸发室15b及冷凝器16b的水路系统、尤其在蒸发室15b中，一旦混入吸收液，则水就不能蒸发、就发生不能维持热泵效能的不良状况。

该疏水性多孔质膜19被制成有很多孔径为1—5μm穿透孔19a的贯穿膜。因此，含有液滴20的水蒸气21即使接近疏水性多孔质膜19，液滴20也因膜的疏水性而不会接触到多孔质膜，图27中用虚线表示形成的分界线。所以，疏水性多孔质膜19不能透过液滴20而具有有选择性地仅仅透过水蒸气21的气液分离功能。因此，通过疏水性多孔质膜19，吸收液就不能从吸收室15a透过到蒸发室15b，从而避免上述不良情况的产生。

近年来，随着半导体技术的受限制，以运用大规模集成电路为中心的电子元件与电源组件等的电子设备和电力设备开始到处运用起来。半导体在使用时受到了种种限制，温度也是其中之一。因此，如图28所示，采取了如下冷却装置，即用高效散热器24将来自于电子基板22上被配置的电子元件23的发热热量输送到散热器25而使之散热的冷却装置。

此外，也有将电子设备或半导体传感器类放在比容许温度高的周围环境中要求使之动作的情况。但是，用图28所示的冷却装置不能将电子设备和半导体传感器类冷却到周围环境温度以下，而要求有能适应电子基板22上的冷却能级为小规模的或微级的冷却装置。而且，这种情况多数被要求为小型静止型、无声音、高效率的且维修方便的冷却装置。

但是，上述现有的水蒸气穿透膜式除湿装置是靠积存吸湿液体1的容器2、通风管道3、进行授受水分的吸放湿组件5、压送吸湿液体1的泵6、管路7、8及电子冷冻元件9等较多零部件组成的，在现有的吸收式温度换热器方面也是靠稀释装置15、浓缩装置16、吸收液和水循环用的循环泵17、再生热交换机18等较多零部件组成的。

其次，在现有装置中，使用高分子膜状体的装置不是以装置小型化为目的

的。因此这种现有装置是大型的、是用许多组成元件的集合体来构成的，从而产生了对于电子元件能级的冷却不能符合要求的问题。

再者，要使吸湿液体1和吸收液及水循环，必需泵6、泵17，从而产生了达不到无声冷却的问题。

本发明就是为了解决上述那样的问题，使用具有电解水分子能力的固体电解膜、电解气体中的水蒸气从而在膜的两面间形成湿度差并加速水的蒸发、凝聚，就能进行吸热，并以获得小型静止型、无声高效率且维修方便的冷却装置及水蒸发式冷却方法为目的的。

与本发明有关的靠电解反应的水蒸发式冷却方法，就是通过固体电解膜将充填气体的密封空间分隔成第1及第2的2个空间，在第1密封空间侧固体电解膜的面上使之产生水的电解且通过固体电解膜将由该水的电解而生成的质子提供到第2密封空间侧固体电解膜的面上，并使第2密封空间侧固体电解膜的面上产生水的生成反应从而使第1及第2密封空间内发生湿度差，就能使贮在第1密封空间内的水温下降。

其次是将第2密封空间的高湿度气体凝聚而生成的该冷凝水返回到第1密封空间，以补充贮在第1密封空间内的水。

再次，是在有选择地通过质子的固体高分子电解质两面上设置成多孔质电极，且具备将充填气体的密封空间分成第1和第2密封空间的固体电解膜、和贮在第1密封空间内的水及具备凝聚第2密封空间内气体中所含水分的冷凝装置和通过冷凝装置将冷凝水返回到第1密封空间的回水装置，具备第1与第2密封空间的气相部的压力差一旦超过动作压力时第1与第2密封空间的气相部间就通气的差压式通气装置和具备在固体电解膜两面设置的多孔质电极间外加直流电压的直流电源。

此外，具备下列的方法：为使充填气体的密封空间分成第1和第2密封空间，在质子流动的方向上直线排列成2层的形成第1及第2固体电解膜，在此膜上，有选择地使通过质子的固体高分子电解质的两面设置成多孔质电极的第1和第2固体电解膜，贮存在第1密封空间内的水，冷凝在第2密封空间内气体所含水分的冷凝装置，将通过冷凝装置凝聚的冷凝水返回至第1密封装置的回水装置，当第2密封空间的气相部与第2密封空间的气相部之间的压力差超过动作压力时使第1和第2密封空间的气相部间通气的差压式通气装置，并在面对第1密封空间的第1固体电解膜的两面而设置的多孔质电极间外加直流电压的直流电源。

另外，作为提供给第1固体电解膜两面设置的多孔质电极间的一部分电力，安装了能回收发生于第2固体电解膜两面设置的多孔质电极间上的电动势的装置。

又具备下列方法：为使充填气体的密封空间分成第1与第2密封空间，在质子流动的方向上直线配列成2层的固体电解膜，一层为有选择地通过在质子的固体高分子电解质两面设置多孔质电极而形成的第1固体电解膜；另一层为能同时使质子和电子形成流动的第2固体电解膜，在第1密闭空间内贮存水，凝聚第2密封空间内气体所含水分的冷凝装置，通过冷凝装置将冷凝水返回到第1密闭空间的回水装置，第1与第2密封空间的气相部间的压力差，一旦超过动作压力时第1及第2密封空间的气相部间就通气的差压式通气装置，在面对第1密封空间的第1固体电解膜两面而设置的多孔质电极间外加直流电压的直流电源。

又构成第1密封空间的罐体的冷却部用可挠性材料做成，从而该冷却部外形是与该冷却部热连接的被冷却体外形一致且能够变形的冷却部外形。冷凝装置由通过通气管被接通到第2密封空间的冷凝所组成，且通气管的至少一部分用可挠性材料组成，使冷凝器相对第2密封空间的位置可以变化。

同时具备通过通气管与第1密封空间连通的在内部贮有水的含水层的第3密封空间，且通过回水装置把凝聚的冷凝水返回到含水层，进而，构成第3密封空间的罐体冷却部用可挠性材料组成，从而该冷却部外形是与该冷却部热连接的被冷却体外形一致且能够变形的冷却部外形。

另外，具有通过通气管与第1密封空间连通并在内部有贮存水的含水层的第3密封空间，且通过回水装置使冷凝的冷凝水返回到含水层，通气管至少一部分用可挠性材料做成，从而使第3密封空间位置相对第1密封空间成为可变化的。

根据与本发明有关的水蒸发式冷却方法，是有选择性使水蒸气透过的水蒸气穿透膜被覆盖在含水层的表面，从而防止液态的水通过。在第1及第2密封空间的气相部内具有搅拌气体的气体搅拌装置。另外将被冷却体和热连接的冷却板与固体电解膜或第1固体电解膜相对配置，从而构成第1密封空间，在冷却板的与固体电解膜的相对面上形成含水层、而第1密封空间内的贮存水要由含水层来供水的。而形成冷却板的一部分要面对第2密封空间，且面对第2密封空间内该冷却板的一部分上通过冷凝装置做成一个积蓄冷凝水的冷凝水积存部，冷凝水积存部和含水层又形成可通水的。此外，第1和第2密封空间的两空间压力

差一到规定值以上，第1密封空间内的气体就流向第2密封空间内，两空间的压力差不到规定值，则通过管路连接使第2密封空间内的冷凝水返回到第1密封空间内。

另外，本冷却方法的传热体，与固定电解膜或第1及第2固定电解膜的任意一面进行热接触、并且把传热体的一部分从密封空间延伸到外部，在传热体的由密封空间延伸到外面的部位上配置散热器。

将由氧气和水蒸气所组成的气体充填在第1及第2密封空间内。且将由空气所组成的气体充填在第1及第2密封空间内。

第1及第2密封空间内的压力被设定在接近大气压。

而且，与本发明有关的通过电解反应的水蒸发式冷却方法是，通过固体电解膜把充填气体的密封空间分割成第1及第2的2个空间，此膜是在有选择地使质子通过的固体高分子电解质两面上设置多孔质电极而形成的固体电解膜，并在设置在两面的多孔质电极间上外加直流电压，从而在第1空间侧的固体电解膜的一面上产生水的电解、通过固体电解膜将该水的电解而生成的质子使得向第2空间侧的固体电解膜的一面移动，从而在第2空间侧的固体电解膜的一面上产生水的生成反应且使得第1及2空间内发生湿度差，就开始使得第1空间内形成水膜的水温下降。

其次是，将第2空间的一部分形成具有把热放到室外功能的冷凝空间，冷凝第2空间内高湿度气体而生成冷凝水，把该冷凝水返回到第1空间内，从而就能向第1空间内补充形成水膜的水。

再次是，设置连通第1空间和第2空间的通气孔，在第1空间侧固体电解膜的一面上将水的电解而生成的氧气通过通气孔回流到第2空间内。

同时，与本发明有关的通过电解反应的水蒸发式冷却装置具有：在有选择地通过质子的固体高分子电解质两面设置成的多孔质电极，将充填气体的密封空间分成第1和第2空间的固体电解膜，在第1空间内形成的水膜，在与第2空间连通的冷凝空间中凝聚第2空是内气体中所含的水分的冷凝装置，通过冷凝装置将冷凝水返回到第1空间内形成的水膜中去的回水装置，为连接第1和第2空间而设置的通气孔，及在固体电解膜两面设置的多孔质电极间外加直流电压的直流电源。

此外，为在第1及第2固体电解膜之间形成密封空间，固体电解膜在有选择性地通过各自质子的固体高分子电解质两面上设置了多孔质电极的第1及第2固体电解膜，使之对于该质子移动方向直线排列地配置为2层，从而构成了一种

装置。

另外，作为提供给第 1 固体电解膜两面设置的多孔质电极间的一部分电力，安装了能回收发生于第 2 固体电解膜两面设置的多孔质电极间上的电动势的装置。

而固体电解膜对于质子移动方向直线排列地配置成为 2 层，一层为有选择地在通过质子的固体高分子电解质两面设置多孔质电极的第 1 固体电解膜；另一层为要能同时移动质子和电子而构成的第 2 固体电解膜，在第 1 及第 2 固体电解膜之间形成密封空间从而构成了一种装置。

具有形成第 1 空间壁面及形成冷凝空间的构件壁面上为互相连接而附设的网状、棉状或海棉状的吸水材料，使冷凝水吸到冷凝空间内的吸水材料上，通过吸水材料的毛细管现象的作用，回水到第 1 空间内的吸水材料上，从而在第 1 空间内形成水膜的装置。

被冷却体和热连接的冷却板要与固体电解膜相对配置，从而形成第 1 空间，而且在冷却板的与固体电解膜相对面上附设网状、棉状或海绵状的吸水材料，使吸收材料吸水，从而形成水膜的一种装置。

固体电解膜做成筒状，其轴心要设置成为大致铅垂方向，且将第 1 空间和第 2 空间相对该固体电解膜的轴心做成同心状，通气孔设置在密封空间的该轴心方向最下面，而第 1 空间及第 2 空间设在密封空间的该轴心方向的下面且冷凝空间设在与第 2 空间相连的密封空间轴心方向的最上面的一种装置。其中，第 1 空间被设置在第 2 空间的内周侧，通气孔设在该轴心方向的最下面并且第 2 空间外周部上配设使得第 2 空间作为冷凝空间的冷凝装置。

此外，在第 1 空间及第 2 空间内的充填气体仅由氧气和水蒸气所组成。

对附图的简单说明。

图 1 表示关于本发明实施形态 1 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 2 表示被用于本发明实施形态 1 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的固体电解膜构成的剖面图。

图 3 表示被用于本发明实施形态 1 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的差压式通气机构的剖面图。

图 4 表示对于水饱和压力的沸腾蒸发温度的关系图。

图 5 表示水和气体接触场合的干球和湿球的温度关系图。

图 6 是在关于本发明实施形态 1 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置中的

冷却原理说明图。

图 7 表示关于本发明实施形态 2 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 8 表示关于本发明实施形态 3 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 9 是表示在关于本发明实施形态 4 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置中的差压式通气机构的模式构成图。

图 10 是表示在关于本发明实施形态 5 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置中的固体电解膜的模式构成图。

图 11 表示关于本发明实施形态 5 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 12 是表示在关于本发明实施形态 6 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置中的固体电解膜的模式构成图。

图 13 是在关于本发明实施形态 6 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置中的固体电解膜的特性图。

图 14 表示关于本发明实施形态 7 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 15 表示关于本发明实施形态 7 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置实施状态例子的模式构成图。

图 16 表示关于本发明实施形态 9 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 17 表示关于本发明实施形态 10 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 18 表示关于本发明实施形态 11 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 19 表示关于本发明实施形态 12 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 20 表示关于本发明实施形态 13 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 21 表示关于本发明实施形态 16 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 22 表示关于本发明实施形态 16 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置使

用状态的模式构成图。

图 23 表示关于本发明实施形态 17 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 24 表示关于本发明实施形态 18 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

图 25 表示现有的水蒸气穿透膜式除湿装置的构成图。

图 26 表示现有使用疏水性多孔质膜的吸收式温度交流换热器构成图。

图 27 是说明靠水蒸气选择性地通过疏水性多孔质膜的气液分离的剖视图。

图 28 是现有的电子回路基板的冷却方法说明图。

下面结合附图来说明本发明实施形态。

实施形态 1

图 1 是表示关于本发明实施形态 1 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式结构图。

图中，50 是具有电解水分子功能的固体电解膜，它把作为密封空间的密封罐 51 分隔成作为第 1 及第 2 密封空间的 2 个空间 51a、51b，来自直流电源 11 的直流电压再施加到固体电解膜两面上。52 为充填在空间 51a 底部的水，且该水 52 和被冷却体 53 热连接。54 是连通空间 51b 而设置的冷凝器，且该冷凝器 54 的外面上装有放热器 57，它将吸收内部水蒸气的热量散发到外部，而由空间 51b 流入的水蒸气被冷却冷凝，并在底部积存。55 是将冷凝器 54 底部的冷凝水积存部和空间 51a 的贮水部相连的作为回水装置的通水管路，56 是将空间 51b 的气相部与空间 51a 的气相部相连的差压式通气机构。

此外，差压式通气机构 56 也可以将冷凝器 54 的气相部与空间 51a 的气相部相连。

降低空间 51a、51b 的内部压力，充填氧气和水蒸气。

这里，就固体电解膜 50 的构成参照图 2 来说明。

该周体电解膜 50 是以夹持有选择性地通过质子的作为固体高分子电解质的质子传导体 58 的状态，配置阳极 59 及阴极 60，并靠树脂制的框架 61 固定质子传导体 58、阴极 59 及阴极 60 的端部、且由阳极 59 及阴极 60 来固定质子传导体 58 的两面而构成的。

作为这种质子传导体 58，使用如 Nafion－117(Du Pont 公司登记商标)等的质子交换膜(固体高分子电解膜)。

而且，作为阳极 59 及阴极 60 是使用镀白金的钛、钽或不锈钢的网眼体、或

把纤维作为供电体的金属镀层体的多孔质电极。

接下来，就差压式通气机构 56 的结构参照图 3 来说明。

这种差压式通气机构 56，靠阀 56c 分隔成阀室 56a 和 56b，且隔板 56d 及压力调整弹簧 56e 的关闭力作用构成了这种阀 56c。所以，阀室 56a 和 56b 的压力差一旦超过作用在 56c 上的关闭力，阀 56c 就开启而通气。另外，这种关闭力相当于差压式通气机构 56 的动作压力，如旋转调整螺钉 56f 就能方便地调整弹簧 56e 的伸缩量，也就是说，通过改变附加弹力而能方便地调整关闭力。

下面就本发明的实施形态 1 的原理作说明。

在阳极 59 和阴极 60 之间，一旦外加来自直流电源 11 的直流电压，则在两电极面上发生下式所示的氧化/还原反应。此时，如图 2 所示、在阳极 59 的水的电解而生成的 H^+（质子）通过质子传导体 58 中被供到阴极 60，从而生成水。所以，在阳极 59 中的水被电解、而在阴极 60 中生成水，且作为整体，变成阳极 59 侧的水蒸气被传送到阴极 60 一侧、阴极 60 侧的氧气被传送到阳极 59 一侧。

阳极侧：$H_2O \longrightarrow 2H^+ + 1/2O_2 + 2e^-$

阴极侧：$2H^+ + 1/2\ O_2 + 2e^- \longrightarrow H_2O$

整体：H_2O（阳极侧）$\longrightarrow H_2O$（阴极侧）

O_2（阴极侧）$\longrightarrow O_2$（阳极侧）

假如在空间 51a 侧，将配置的固体电解膜 50 的阳极 59 放在其上，通过那样的反应，空间 51a 内的水蒸气就被送到空间 51b、空间 51b 内的氧气就被送到空间 51a。因此，在空间 51a 中湿度下降、且贮在同空间的水 52 被加速蒸发导致温度下降。

由于贮在空间 51a 内的水 52 与被冷却体 53 热连接，在被冷却体 53 内部发生的热量因而被空间 51a 内温度降低的水 52 所吸收。由此，被冷却体 53 被冷却、另一方面水 52 通过吸热蒸发。并且，蒸发的水蒸气通过固体电解膜 50 的水蒸气吸收作用而被吸收到空间 51b 内从而空间 51a 内经常维持在一定的低湿度并加速水 52 的蒸发。

从空间 51a 吸到空间 51b 的水蒸气，流入到与空间 51b 中流通路上被连接的冷凝器 54。通过放热器 57，流到冷凝器 54 的水蒸气热量向外部放热冷却，从而变成的冷凝水积蓄在冷凝器 54 的底部。并且积在冷凝器 54 底部的冷凝水通过通水管路 55 被慢慢地返回到空间 51a 的底部。这样，空间 51a 内的水 52 就不用泵类的机械装置来循环。

一方面，通过对于固体电解质膜 50 的水蒸气吸收作用兼有的氧分子输送机

能，空间 51b 内的氧气被输送到空间 51a。因此，空间 51a 内的压力上升而空间 51b 内的压力下降而在两空间之间发生压力差，一旦压力差超过差压式通气机构 56 的动作压力，阀 56c 就被打开且阀室 56a、56b 就相通，从而空间 51a 内的氧气被返回到 51b 内。因此，固体电解膜 50 的水蒸气及氧气的互相输送动作被持续维持。

这里，由于被冷却体 53 的所需冷却温度根据各种场合是完全不同的，所以，需要冷却装置能任意设定冷却温度。

图 4 就是表示相对饱和水压力的沸腾蒸发温度的关系。因此，从该图中得知，水的沸腾蒸发温度要处在被冷却体 53 所要求的冷却温度以下，则必须设定密封罐 51 的动作压力，从而能设定任意的冷却温度。

例如，想使被冷却体 53 冷却到 50℃以下，如图 4 中虚线所示、密封罐 51 内的压力就要处在 P 点的值(0.15kg/cm^2)以下，即可充填由水蒸气和氧气所组成的气体。

下面，通过本发明的冷却装置的构成就能够冷却被冷却体 53 来作说明。

图 5 是关于水和气体接触状态方面的气体水份含有量，即是表示相对于相对湿度的干球温度和湿球温度的关系。干球温度是与水接触的气体的温度，而与气体接触的水的温度就向湿球温度似乎无穷接近地下降温度。

例如、如图 5 虚线所示，温度 30℃、相对温度 20%的气体的湿球温度就是 Q 点的值(16℃)，因此，与该气体接触的水的温度就朝 16℃温度下降。

所以，与低湿度气体接触的水和被冷却体 53 热连接，则就能把被连接体 53 冷却到环境温度以下。

把在图 1 中表示的系统动作状况表示在图 6 的空气线图上。

在该图中，设空间 51a 的相对湿度为 X_1、空间温度为 t_1，则空间的热状态在空气线图上用 P_1 点来表示。

所以，接触相对湿度 X_1 气体的水 52 沿 L_1 线向湿球温度 t_w 开始下降温度，且来自热连接的被冷却体 53 的热量流进水 52，从而水 52 以其中间湿度平衡。

空间 51a 中发生的水蒸气通过固体电解膜 50 的作用被送到空间 51b，且由于来自空间 51b 的氧气被送到空间 51a，所以空间 51a 的相对湿度被维持在一定的低温度。

同样，设空间 51b 的饱和状态或其附近的相对湿度为 X_2、空间温度为 t_1，则空间的热状态在空气线图上用 P_2 点来表示。

假设冷凝器 54 的冷凝温度为 t_c，则气体热状态由 P_2 点水平移动达到 P_d

点，而水蒸气开始冷凝，又被冷却至 P_c 点，再沿直线 L_2 回到空间 51b 成为用 P_2 点表示的状态，通过重复这种状态，从而冷凝由固体电解膜 50 移动带来的水蒸气。另外，根据上述电解反应，水蒸气和等克分子量的氧气在空间 51b、51a 之间与水蒸气逆方向流动。

这样，通过该实施形态 1，通过固体电解膜 50，将充入氧气和水蒸气的密封罐 51 分隔成空间 51a、51b，且在空间 51a 侧的固体电解膜 50 的一面上使之产生水的电解、通过固体电解膜 50 将由该水的电解生成的质子提供到空间 51b 侧固体电解膜 50 的一面上，在空间 51b 一侧的固体电解膜 50 的面上产生水的生成反应，同时，在空间 51a、51b 之间发生湿度差，由于贮在空间 51a 内的水 52 与空间 51a 内低湿度的气体接触而下降了水温，故不用泵类的机械装置就能循环水 52 及气体，而且，也能适合于电子基板上的局部冷却 22 而获得无声音的冷却方法。

通过该实施形态 1，由于具备了如下装置，即是，为了把由氧气和水蒸气组成的气体来充填的密封罐 51 分隔成 51a、51b 两个空间而配置了固体电解膜 50；贮存在空间 51a 内的水 52；与空间 51b 连通并设置的冷凝器 54；使冷凝器 54 底部的冷凝水积存部与空间 51a 的贮水部连通的通水管路 55；将空间 51a、51b 的气相部进行连接的差压式通气机构 56；加在固体电解膜 50 两面上的直流电源 11，因而不用泵类的机械装置而水 52 及气体就被循环，构成了静态机器并减少了构件，因此，装置小型化就成为可能。而且，电子基板上的局部冷却等的微级或小规模冷却是可能的，在内部又无驱动部，因此能获得无声的维修方便的冷却装置。

另外，通过调整密封罐 51 内充填气体的压力，能调整水 52 的冷却温度，则对于被冷却体 53 所要求的冷却温度的冷却就成为可能。

再一方面，由于空间 51a、51b 内充填的气体是用氧气和水蒸气构成的，所以，在空间 51a、51b 内只存在有利于电解反应的因子，能加速反应速度、提高冷却效率。

实施形态 2

上述实施形态 1 的空间 51a、51b 内的气体流动，氧分子比重与水分子比重比较是其 1/2，并根据陛重之差靠自然对流的流动。在该实施形态 2 中，如图 7 所示，在空间 51a、51b 的气相部内配置了作为搅拌装置的旋转翼 62，该旋转翼 62 通过驱动装置 63 构成能旋转驱动，从而构成了实施形态 2。

因此，根据该实施形态 2，通过驱动装置 63 使旋转翼 62 旋转，则空间 51a、

51b 内的气体被强制性流动，所以，通过使氧分子及水分子强制性高效率地接触到固体电解膜 50 的电解反应面上即阳极 59 及阴极 60 的面上，从而促进电解反应、能获得提高冷却效率的效果。

实施形态 3

在上述实施形态 1 中，是把水 52 贮存在空间 51a 的底部，使水 52 与低湿度的气体接触而引发温度下降，将被冷却体 53 热连接到水 52 而作为冷却形态的，但在本实施形态 3 中，如图 8 所示，把被冷却体 53 和热连接的冷却板 64 一体地安装在密封罐 51 的一部分上，从而以固体电解膜 50 和密封罐 51 和冷却板 64 作为构成空间 51a 的形态。而且，在冷却板 64 的与固体电解膜的对面上，固定着具有热导性的且吸水性的多孔质板、网状板、膜状体等，从而形成含水层 65。另外，该冷却板 64 的一部分被置于冷凝器 54 的下方，且形成积蓄冷凝水的冷凝水积存部 64a 再使此冷凝水积存部 64a 连通到含水层 65，使含水层 65 能保持湿润状态。

这样，在该实施形态 3 中，由于含水层 65 与固体电解膜 50 的阳极 59 相对配置，因此和上述实施形态 1 相同，即含水层 65 的表面与低湿度的气体接触从而温度下降。由此冷却板 64 被冷却，从而能使与冷却板 64 热连接的被冷却体 53 高效率地冷却。

另外，冷凝器 54 配置在冷却板 64 上方，在流路上和空间 51b 连接，贮水部 64a 被设在冷凝器 54 正下方的冷却板 64 上，且由于和含水层 65 连接可通水，空间 51b 内的水蒸气的比重和氧气相比由于很小，所以靠重力差流动到上面的冷凝器 54。因此，水蒸气在冷凝器中冷凝成为水，滴到贮水部 64a 被回收。然而贮存在贮水部 64a 中的水 52 靠重力差供到含水层 65，从而保持含水层 65 的湿润状态。而且，在含水层 65 所含的水 52 在空间 51a 内由其表面蒸发，则水和水蒸气持续循环。

另一方面，空间 51a 的压力由于来自空间 51b 的氧气而上升，然而通过差压式通气机构 56 把氧气返送到空间 51b。

因此，不需动力及循环管路，就能循环水及气体，获得装置小型化。

实施形态 4

在上述实施形态 1 中借助通水管路 55 将冷凝器 54 底部的冷凝水积存部与空间 51a 的贮水部连通，然而在本实施形态 4 中，如图 9 所示，51a、51b 空间的气相部压力差不到规定值时，作为通水管路的 U 形管 66 的一端被浸到空间 51a 的贮水部的水 52 中，并且，一旦压力差超过规定值，被放置的管子的这一端位置

从水 52 中突出；而该压力差不超过规定值时，另一端位置就比空间 51a 的贮水部的水 52 水面更高地配置在冷凝器 54 底部的冷凝水积存部内。

这样，该实施形态 4 中，空间 51a、51b 的气相部压力差不到规定值时，由冷凝器 54 冷凝的冷凝水被蓄存在冷凝水积存部，并且冷凝水水位一超过 U 形管 66 的另一端就通过 U 形管 66 流到空间 51a 贮水部中去，从而水被循环。

另外，空间 51a、51b 气相部的压力差一大，则空间 51a 的贮水部的水 52 的水位就下降。并且该压力差一到规定值，U 形管 66 一端就和水 52 的水面一致，而压力差一大，则 U 形管 66 内的水被压到冷凝器 54 一侧，且空间 51a 内的气体被排到冷凝器 54 中，从而消除压力差，则空间 51a、51b 的压力差就消失，则 U 形管 66 的一端浸设在贮水部的水 52 中，通过 U 形管 66 再循环水。

因此，根据本实施形态 4，由于 U 形管兼备水的循环功能和气体的循环功能，所以不需用差压式通气机构 56，就能获得构件的简单化、装置的小型化。

实施形态 5

在前述实施形态 1 中，是用一个固体电解膜 50 把密封罐 51 分成空间 51a、51b 两个空间的，而在本实施形态 5 中，如图 10 所示，用 2 个固体电解膜、使组成的第 1 固体 10 电解膜 50a 与第 2 固体电解膜 50b 有一定的间隔即形成和上述固体电解膜 50 相同作用地把密封罐 51 分成 2 个空间 51a、51b，同时，在第 1 及第 2 固体电解膜 50a、50b 之间形成密封空间 70。这种情况，第 1 及第 2 固体电解膜，50a、50b 在氢离子移动方向直线排列配置。

下面，就本实施形态 5 的特点原理作说明。

在第 1 固体电解膜 50a（水电解元件）的阳极 59a 和阴极 60a 上施加来自于直流电源 11 的直流电压，因此在阳极 59a 和阴极 60a 的表面上发生下面的电解反应。

阳极侧：$H_2O \longrightarrow 2H^+ + 1/2O_2 + 2e^-$

阴极侧：$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

也就是说，在阳极 59a 消耗水蒸气而生成氧气，同时在阴极 60a 被生成氢气。而且生成的氢气被封闭在密封空间 70 内，形成低湿度的气体空间。

这里，空间 51a 被维持在低湿度，空间 51b 被维持在高湿度，在膜之间就被形成较大湿度差。因此象实施形态 1 一样，对于空间 51a、51b 之间以一个固体电解膜 50 分隔的情况下，由于质子传导体 58（固体高分子电解质膜）具有透湿性，所以通过传导体 58 水蒸气就从高湿度一侧流动到低湿度一侧。作为系统来看这个相当于水蒸气的逆向流动，则就损失系统中水蒸气的流动效率。

但是，形成于密封空间 70 的低湿度气体空间对于希望防止上述水蒸气的逆向流动就起作用，从而能抑制水蒸气流动效率的下降。

另一方面，在第 2 固体电解膜 50b（生成水的元件部）的电极 59b 上发生把氢分子变为氢离子的分解反应，而在电极 60b 上发生把氧分子变成水分子的反应。

电极 59b：$H_2 \longrightarrow 2H^+ + 2e^-$

电极 60b：$2H^+2e^- + 1/2O_2 \longrightarrow H_2O$

上式所示的反应是根据燃料电池原理反应的，且在电极 59b、60b 之间产生电动势，从而把供到第 1 固体电解膜 50a 的电力由第 2 固体电解膜 50b 来回收再利用。

下面，就关于把在第 2 固体电解膜 50b 上回收的电动势再利用到第 1 固体电解膜 50a 上的电解反应的系统，参照图 11 作说明。

首先把来自直流电源 11 的直流电压施加到第 1 固体电解膜 50a 上，由该 50a 进行水的电解反应，由第 2 固体电解膜 50b 进行水的生成反应。此时，由于该 50b 上的反应而发生电动势，该电动势由电动势回收装置 71 受电而被回收，并且将回收的电力代替来自于直流电源 11 的电力而供在第 1 固体电解膜 50a 上，维持电解反应则冷却工作就被继续。另外，由于各固体电解膜上是以焦耳等的热量损失而消耗电力的，所以要使由电动势回收装置 71 所回收的电力不断地供应，还要靠电力补充源 72 来补充。

这样，根据实施形态 5，通过第 1 及第 2 固体电解膜 50a、50b 之间的由密封空间 70 形成的气体空间，就能阻止水蒸气从空间 51b（高湿度侧）流到空间 51a（低湿度侧）的逆向流动，即能够抑制水蒸气流动效率的下降，提高冷却性能，同时，可通过回收第 2 固体电解膜 50b 的电极 59b、60b 间发生的电动势加以再利用，而达到节能。

另外，上述实施形态 5 中，配置的第 1、第 2 固体电解膜 50a、50b 是具有一定间隔的，但将它们接触状态配置也可以。此时，在第 1 与第 2 固体电解膜 50a、50b 间的密封空间 70 形成了最小空间，则具有氢气的气体空间也成了最小空间，从而能提高装置的安全性。

实施形态 6

在上述实施形态 5 中，是作成将第 1 和第 2 固体电解膜 50a、50b 具有一定间隔配置的形态，然而在本实施形态 6 中，如图 12 所示，代替作为水的发生元件部的第 2 固体电解质膜 50b，是使用能在固体高分子电解质膜内部形成电气短

路回路的第 2 固体电解膜 50c。

该第 2 固体电解膜 50c 的两面是不分正极和负极的，以内部短路电极的“单极”形成的。

也就是说，在电子传导性的多孔质基材 73 的空孔中，包含阳离子传导性的固体离分子电解质 74 和白金微粒子催化剂 75，且在三维上接触它们而构成了第 2 固体电解膜 50c。因此，该膜 50c 的质子和电子能够从膜 50c 背面(和第 1 固体电解膜 50a 相对的面)76 同时向表面 77 移动。

在第 2 固体电解膜 50c 的背面 76 中，消耗处于水电解元件部的在第 1 固体电解膜 50a 的阴极 60a 上所生成的氢，并生成质子和电子。而质子通过多孔质基材 73 的空孔内所包含的阳离子传导性的固体高分子电解质 74 而从背面 76 传到表面 77，另一方面电子通过电子传导性的多孔质基材 73 内而从背面 76 传到表面 77。被传到表面 77 的质子和电子在表面 77 上和气体中的氧反应而生成水，从而进行冷却运转。

因此，通过本实施形态 6，由于使用了代替第 2 固体电解膜 50b 的单极第 2 固体电解膜 50c，而能获得组成系统的简单化、降低成本。

这里，把实施形态 1 所示的用 1 个固体电解膜 50 工作的情况和实施形态 6 所示的用第 1 固体电解膜 50a 与第 2 固体电解膜 50c 配成一对而工作的情况进行除湿性能和氧浓缩性能的评定试验，其结果表示在图 13 中。图中曲线 A 及 B 表示在使用 1 块固体电解膜情况下的水电解空间 51a 的湿度及氧浓度随经过时间的变化，曲线 C 及 D 是表示使用一对固体电解膜情况的水电解空间 51a 的湿度及氧浓度随经过时间的变化。另外，将水电解空间做成密封系统且设置湿度传感器和氧浓度计，在恒温高湿度槽中保持水生成空间温度为 35℃、相对湿度 70%，且施加电压 DC 3V。

从图 13 中，比较曲线 A 与 C 得知，使用一对固体电解膜的一方随着经过时间较长湿度下降也较大，故除湿性能优异。这就是表示：靠在一对固体电解膜之间形成气体空间来阻止水蒸气逆向流动而获得除湿性能改善的情况。再比较曲线 B 与 D，得知使用一对固体电解膜的一方随着经过时间较长氧浓度增加也较大，故氧浓缩性能优异。

又，在上述实施形态 6 中，使第 1 固体电解膜 50a 和第 2 固体电解膜 50c 配置成具有一定的间隔，然而使该两者以接触状态配置也可，此时，膜 50a 与 50b 之间形成的密封空间 70 变成最小空间，则具有氢气的气体空间也成了最小空间，从而提高了装置的安全性。

实施形态 7

在该实施形态 7 中，如图 14 所示，是在上述实施形态 5 的基础上，在第 1 固体电解膜 50a 的阴极 60a 的表面上安装网格状的传热体 78，且把传热体 78 延伸到系统外，并在该延伸部上安装散热器 79。

在固体电解膜的电极间施加直流电压，使两极的面上发生氧化/还原反应，作为整体，阳极侧的水蒸气被移送到阴极侧，阴极侧的氧气移送到阳极侧，而将空间 51a 内的水蒸气输送到空间 51b 侧，空间 51b 侧的氧气输送到空间 51a 侧。这样，空间 51a 内的湿度下降且加速贮存在空间 51a 内的水 52 的蒸发。经起温度下降。此时，在质子传导体 58 中由于电流流动发生焦耳热或通过化学反应发生反应热，则引起质子传导体 58 的温度上升。但是，质子传导体 58 的热量被传到传热体 78 并通过散热器 79 被散发到系统外，则抑制质子传导体 58 的温度上升，且维持在设定的温度，从而能提高冷却性能。

且在上述实施形态 7 中，传热体 78 是仅安装在第 1 固体电解膜 50a 的阴极 60a 上的，而即使把传热体 78 只装到第 2 固体电解膜 50b 的阳极 59b 上或如图 15 所示的、即使在第 1 及第 2 固体电解膜 50a、50b 的两面上安装传热体 78，也能获得同样的冷却效果。

此外，对于使用 1 个固体电解膜 50 的实施形态 1，即使在固体电解膜 50 上安装传热体 78 也能同样地提高冷即性能。

实施形态 8

在上述各种实施形态中，密封罐 51 中充填的气体是由水蒸气和氧气组成的，而在本实施形态 8 中，密封罐 51 中充填的气体是空气，并经常是以接近大气压的状态进行工作的，此时，由于气体中含氮等妨碍电解反应的因子，所以，在反应速度方面存在不足。但由于经常以接近大气压的状态进行工作，故不需担心密封罐 51 的气体泄漏，使得装置容易制造。

实施形态 9

图 16 是表示关于本发明实施形态 9 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置模式构成图。

如图，100 是具有电解水分子功能的固体电解膜，且被做成圆筒状，并通过固定板 102 安装，从而把作为密封空间的有底圆筒状的密封罐 101 内分隔成作为第 1 及第 2 空间的 2 个空间 101a、101b，又在固体电解膜两面上施加来自于直流电源 11 的直流电压。另外，2 个空间 101a、101b 通过安装在固体电解膜 100 下端的端板 103 上开通的通气孔 103a 而相互连通。52 是在空间 101a 的底部上

被充填的水，该水 52 把沿着密封罐 101 的内壁面而附设的作为亲水性良好的网状、棉状或海绵状吸水材料的布体 101c 下端部浸没的状态保持水面。并且通过毛细管现象水 52，被吸到布体 101c，则在构成空间 101a 的罐体内壁面上形成了由水 52a 形成的水膜，构成空间 101a 的罐体的一部分与被冷却体 53 热连接。104 为由空间 101b 的一部分形成的冷凝空间，在该 104 的外面上，安装了作为冷凝装置的散热器 57，它能把来自内部水蒸气的热量吸收而向外部散热，则从空间 101b 中流进到 104 的水蒸气被冷却成冷凝水，而冷凝水被附设在壁面上的布体 101c 所吸收。且被凝聚并被布体 101c 吸收的水通过毛细管现象在整个形成空间 101a 的罐体内壁面上按箭头 A 方向在布体 101c 中流动。

此外，在空间 101a、101b 中，氧气和被封入的水蒸气以混合状态被保持。

这里，固体电解膜 100 除了被形成圆筒状外，还可构成如图 2 表示的与固体电解膜 50 一样的结构。也就是说，该固体电解膜 100 是，作为有选择地通过质子的固体高分子电解质的圆筒状，在质子传导体 58 外周面侧及及周面侧上分别配置阳极 59 及阴极 60，靠树脂制框架 61 固定质子传导体 58、阳极 59 及阴极 60 的端部，而阳极 59 及阴极 60 固定在质子传导体 58 的两面上。

作为该质子传导体 58，如使用(Nafion)－117(Du Pont 公司申请商标)等质子交换膜(固定高分子电解质膜)。

另外，作为阳极 59 及阴极 60，使用镀白金的钛、钽或不锈钢的网眼体，或纤维作为给电体的金属镀层体的多孔质电极也被应用。

下面，就本发明实施形态 9 的工作原理作说明。

在阳极 59 和阴极 60 之间，当施加来自于直流电源 11 的直流电压时，则在两电极面上就发生下式表示的氧化/还原反应。此时，如图 2 所示，在阳极 59 由水的电解生成 H^+(质子)通过质子传导体 58 提供到阴极 60、用于水的生成。因此，在阳极 59 电解水，在阴极 60 生成水，作为整体，阳极 59 侧的水蒸气被输送到阴极 60 侧、阴极 60 侧的氧气被输送到阳极 59 侧。

阳极侧：$H_2O \longrightarrow 2H^+ + 1/2\ O_2 + 2e^-$

阴极侧：$2H^+ + 1/2\ O_2 + 2e^- \longrightarrow H_2O$

整体：H_2O(阳极侧)$\longrightarrow H_2O$(阴极侧)

O_2(阴极侧)$\longrightarrow O_2$(阳极侧)

假如象将阳极 59 置于空间 101a 侧那样配设固体电解膜 100，通过这种反应，空间 101a 内的水蒸气被送到空间 101b 侧，空间 101b 内的氧气被送到 101a 侧，这样，在空间 101a 内的湿度下降，在形成同空间的罐体的内壁面上所附设的

布体 101c 中吸收的水 52 被加速蒸发，引起温度下降。

构成该空间 101a 的罐体由于与被冷却体 53 热连接，所以，在被冷却体 53 内部发生的发热量由空间 101a 内温度下降的水来吸热。这样，被冷却体 53 被冷却，另一方面水 52a 吸热蒸发，而且蒸发的水蒸气通过固体电解膜 100 的水蒸气吸收作用被吸到空间 101b，则空间 101a 内经常被维持在低湿度，加速水 52a 的蒸发。

由空间 101a 被吸到空间 101b 的水蒸气，沿箭头 B 方向流进到在流路上与空间 101b 相连的冷凝空间 104 中，流进冷凝空间 104 的水蒸气通过散热器 57 向外部散热被冷却成为冷凝水，被附设在冷凝空间 104 内壁面上的布体 101c 吸水，且冷凝水通过布体 101c 的毛细管现象慢慢地由附设在空间 101a 内壁面上的布体 101c 沿箭头 A 方向来返回水。这样做，空间 101a 内的水 52a 不用泵类的机械装置而被循环。

另一方面，通过固体电解膜 100 的水蒸气吸收作用和氧分子输送功能，空间 101b 内氧气被输送到空间 101a，这样，空间 101a 内的压力上升，而空间 101b 内的压力下降，则两空间发生压力差，于是根据压力差，空间 101a 内的氧气通过通气孔 103a 沿箭头 C 方向被返流到空间 101b 内。因此，固体电解膜 100 的水蒸气及氧气相互输送状况被持续维持。

这里，由于被冷却体 53 所需冷却温度根据各种情况是完全不同的，所以冷却装置要能任意设定冷却温度。

图 4 为表示对于水的饱和压力的沸腾蒸发温度的关系。因此，从同图中，水的沸腾蒸发温度要处于所要求的被冷却体 53 的冷却温度以下，通过设定密封罐 101 的动作压力，就能设定任意的冷却温度。

例如，想把被冷却体 53 冷却到 50℃以下，如图 4 中的虚线所示，密封罐 101 内的压力要位于 P 点值(0.15Kg/cm^2)以下，来设定由水蒸气和氧气组成的气体压力即可。

下面就通过本申请发明的冷却装置的构成能冷却被冷却体 53 的原理来说明。

图 5 是水和气体接触状态方面的表示气体水分含有量即对于相对湿度的干球温度和湿球温度的关系。干球温度是与水接触的气体温度，与气体接触的水的温度，就朝着湿球温度似乎无穷接近地降温。

例如，图 5 中的虚线所示，干球温度 30℃相对湿度 20%的气体湿球温度是 Q 点的值(16℃)。因此，与气体接触的水的温度就朝 16℃方向降温。

因此，若将与低湿度气体接触的水和被冷却体 53 热连接，则使被连接体 53 能冷却到环境温度以下。

把图 16 表示的系统工作状态表示在空气线图上，如图 6 所示。在该图中，假设空间 101a 的相对湿度为 X_1，空间温度为 t_1，则空间的热状态被表示在空气线图上 P_1 点，因此，与相对湿度 X_1 的气体接触的水 52 温度就沿 L_1 线朝湿球温度 t_w 方向开始降温。于是，来自热连接的被冷却体 53 的热量流进水 52 中，水 52 以它的中间温度平衡。

在空间 51a 中发生的水蒸气通过固体电解膜 100 的作用被输送到空间 101b，在空间 101b 中的氧气被输送到空间 101a，所以空间 101a 的相对湿度经常维持在低湿度。

同样，以饱和状态或接近饱和状态设空间 101b 的相对湿度为 x_2，空间温度为 t_1，则空间的热状态用空气线图上的 P_2 点表示。

设冷凝空间 104 的冷凝温度为 t_c，则气体的热状态从 P_2 点水平地移动到达 P_d 点，水蒸气开始凝聚，又被冷却到达 P_c 点，沿直线 L_2 再回到空间 101b，成为用 P_2 点表示的状态，通过重复这种过程，冷凝由固体电解膜 100 带来的水蒸气。并且，通过上述的电解反应，水蒸气和等克分子量的氧气在空间 101b、101a 之间与水蒸气逆方向地流动。

这样，根据实施形态 9，通过固体电解膜 100，把充填氧气和水蒸气的密封罐分成空间 101a、101b、而在空间 101a 侧的固体电解膜 100 的面上产生水的电解，通过固体电解膜 100，把由水的电解生成的质子供到空间 101b 侧的固体电解膜 100 的面上而在此面上产生水的生成反应，则空间 101a、101b 之间发生湿度差，由于使空间 101a 内的低湿度气体接触由空间 101a 内壁面上被带来的水 52a，使水温下降，故不需泵类的机械装置，水 52 及气体就能循环，从而获得不带驱动机构使水循环的无声冷却方法。

另外，根据实施形态 9，由于具有为把充填由氧气和水蒸气组成的气体的密封罐 101 分成 2 个空间 101a、101b 而配置的固体电解膜 100、由空间 101a 内壁面上被带来的水 52a 接通到空间 101b 而被设置的冷凝空间 104、连通冷凝空间 104 和空间 101a 的布体 101c、连接空间 101a、101b 气相部间的通气孔 103a、和在固体电解膜 100 的两面上施加直流电压的直流电源 11，故不用泵等的机构装置，就能循环水 52a 及气体，构成了静态机器且减少组成部件，从而能成为小型化装置，且可以实现电子基板上的局部冷却等微级或小规模冷却，获得无声冷却装置。此外，由于在内部无驱动部，所以可获得维修方便的冷却装置。

其次，通过调整封入到密封罐 101 内的气体压力，就能调整水 52a 的冷却温度，从而能冷却被冷却体 53 所要求的冷却温度。

又、在空间 101a、101b 中充填的气体由于是由氧气和水蒸气组成的，所以在空间 101a、101b 内只存在着有利于电解反应的因子，从而能加速反应速度、提高冷却效率。

在实施形态 9 中，将固体电解膜 100 及空间 101a、101b 在围绕铅垂轴（固体电解膜 100 的轴心）上同心地配置，由于将冷凝空间 104 设在最上部，空间 101a、101b 设在下部，把氧气从空间 101a 回流到空间 101b 的通气孔 103a 设在最下部，因而水蒸气比重较小容易向上方流动，而氧气比重较大向下方流动，利用水蒸气和氧气的比重之差，所以，不需驱动源气体就可流动。另外，固体电解膜 100 及空间 101a、101b 即使围绕与铅垂方向倾斜的轴同心地配置，也可获得同样的效果。

实施形态 10

在上述实施形态 9 中，密封罐 101 在上下方向上由相同外径尺寸的有底圆筒形构成的。而在本实施形态 10 中，如图 17 所示，密封罐 101 由相对于下部的安装固体电解膜 100 部分的外径尺寸而构成上部冷凝空间 104 部分的外径尺寸做成小直径的有底圆筒形来构成。

因此，在上述实施形态 9 中，尤其是来自被冷却体 53 的热负荷较大。故产生了固体电解膜 100 的外径尺寸必须做大的情况，对于这种情况，空间 101a 的尺寸变大了。因此，使密封罐 101 整体尺寸与空间 101a 尺寸一致时，使不必要部分、即整个冷凝空间 104 的外径尺寸变大，从而使整体装置大型化，存在不经济的这种不良情况。

然而，若根据本实施形态 10，将在上部配置的构成冷凝空间 104 部分的外径尺寸做小，就能抑制装置的大型化、消除上述不良情况。

实施形态 11

在上述实施形态 9 中，为了蒸发由布体 101c 吸收的水 52 而被减湿的空间 101a 由与冷凝空间 104 连通且含有多量水蒸气的空间 101b 的外周来配置构成，而在实施形态 11 中，如图 18 所示，空间 101a 由空间 101b 的内周来配置构成的。

即，冷却板 64 的下端要从密封罐 101 的底面中伸出，冷却板 64 是在密封罐 101 上同轴心地来配置的。因此，在密封罐 101 内的下方，配置的固体电解膜 100 要包围冷却板 64，布体 101c 附设在密封罐 101 内下部侧沿冷却板 64 的外周壁

面、密封罐101内的上面沿密封罐101的内周壁面上，并互相相连。另外，在布体101c的中间部上设有蒸气的通气孔101d。

因此，对于密封罐101的下方，形成用在冷却板64的外周壁面上附设的布体101c和固体电解膜100来围成的空间101a，在该空间101a的外周上，形成用固体电解膜100和密封罐101来围成的空间101b。在该空间101a内的水52被保持着浸设在布体101c的下端部的状态。而且，空间101a通过通气孔103a与101b连通。另外，空间101b通过通气孔101d与由密封空间101内上部侧形成的冷凝空间104连通。

在实施形态11中，被冷却体53的热量通过冷却板64被传递，由附设在冷却板64外周壁面上的布体101c内的水52a来吸热，这样，被冷却体53被冷却，而水52a靠吸热蒸发。并且，蒸发的水蒸气通过固体电解膜100的水蒸气吸收作用吸到空间101b，从而空间101a内经常维持在低湿度，则加速水52a的蒸发。

另外，通过固体电解膜100的水蒸气吸收作用，由空间101b吸收的水蒸气通过通气孔101d被流动到冷凝空间104。而流动至冷凝空间104中的水蒸气通过散热器57的散热作用而冷凝，由附设在其内周壁面的布体101c来吸水。从而通过布体101c的毛细管现象，在冷凝空间104内由布体101c来吸收的水按箭头A方向流动到附设在冷却板64的外周壁面的布体101c一侧上，从而回流到空间101a中。另一方面，通过固体电解膜100的水蒸气吸收作用与氧分子输送功能的作用，空间101b内的氧气被输送到空间101a中。这样，空间101a内压力上升而101b内压力下降，两空间之间发生压力差。根据此压力差，空间101a内氧气通过通气孔103a按箭头C方向返流到空间101b内。因此，固体电解膜100的水蒸气及氧气的相互输送状况被持续维持。

然而，在实施形态11中，由于空间101a是由空间101b的内周侧所形成的，所以，能把冷却板64设在密封罐101的轴心位置，也就是说，能使冷却板64局部地集中在狭窄的范围中。

因此，通过实施状态11，加上述实施形态9的效果，则能把较小的被冷却体53和局部加热部小型化地有效地冷却。而且，由于布体101c与冷却板64外周壁面上接触而设置，所以冷却板64的热量由布体101c内的水52a来吸收，冷却板64很快被冷却。

实施形态12

在实施形态9中，密封罐101是相对轴心而对称布置的，而在本实施形态12中，如图19所示，把密封罐101做成多边形，则使发生水蒸气电解反应的固

体电解质膜面或冷却面的形成不是全面的，而是限定在1面或未图示的数面，可取得同样的效果。

此时，使与为了冷却被冷却板53的安装条件一致，而能构成密封罐101及冷却板的形状。

实施形态13

在实施形态11中，在密封罐101内的下部侧、将为了蒸发由布体101c吸收的水52a而被减湿的空间101a配置在含有多量水蒸气的空间101b的内周上，而在密封罐101内的上方，配置与空间101b连通的冷凝空间104，而在本实施形态13中，如图20所示，把由空间101a的外周所配置的空间101b作为冷凝空间104。

即，冷却板64的下端要从密封罐101的底面中伸出，冷却板64在密封罐101上同轴心地来配置。而且，配置的固体电解膜100要包围冷却板64。布体101c沿着冷却板64的外周内壁面、沿密封罐101的内底面、沿密封罐101的内周壁面、从冷却板64的外周壁面到密封罐101的内周壁面连续地被附设。此外，在密封罐101外周壁面上安装着散热器57。

因此，形成由在冷却板64外周壁面上附设的布体101c和固体电解膜100所围成的空间101a，形成在该空间101a外周上用固体电解膜100和密封罐101来围成的空间101b。在该空间101a内的水52被保持着浸没布体101c下端部的状态，而且空间101a通过通气孔103a与空间101b连通。另外，在密封空间101外周壁面上由于安装散热器57，所以空间101b也有作为冷凝空间的功能。

在实施形态13中，被冷却体53的热量通过冷却板64被传递、由在冷却板64外周壁面上附设的布体101c内的水52a来吸热。这样，被冷却体53被冷却，而水52a靠吸热蒸发。并且，蒸发的水蒸气通过固体电解膜100的水蒸气吸收作用吸到空间101b，从而空间101a内经常维持在低湿度，则加速水52a的蒸发。

此外，在空间101b中，由固体电解膜100的水蒸气吸收作用而被吸收的水蒸气靠散热器57的散热作用而冷凝，而由附设在其内周壁面上的布体101c来吸收冷凝水。而在空间101b中，由布体101c来吸收的冷凝水通过布体101c的毛细管现象按箭头A方向被流动到附设在冷却板64外周壁面的布体101c一侧，从而回流到空间101a。

另一方面，通过固体电解膜100的水蒸气吸收作用与氧分子输送功能的作用，空间101b内的氧气被输送到空间101a中，这样，空间101a内的压力上升而101b内的压力下降，两空间之间发生压力差。根据此压力差，空间101a内的氧

气通过通气孔 103a 按箭头 C 方向回流到空间 101b 内。因此固体电解膜 100 的水蒸气及氧气的相互流动状况被持续保持。

这样，根据实施形态 13，由于把空间 101a 配置在空间 101b 的内周，在密封罐 101 的外周壁面上设置散热器 57，从而使空间 101b 形成也作为冷凝空间 104 的功能，所以，加进上述实施形态 11 的效果，则能缩短轴向尺寸，尤其能有效地适用于需要缩短在安装上受到制约的高度方向的场合。

实施形态 14

在上述实施形态 9 中，是用圆筒状固体电解膜 100 分成 2 个空间 101a、101b 的，但在本形态 14 中，尽管无图表示，是同心状地配置与固体电解膜 100 结构相同而直径不同的第 1 及第 2 固体电解膜，为在第 1 与第 2 固体电解膜之间要形成密封空间，从而分成 2 个空间 101a、101b。而且，使第 1 固体电解膜位于空间 101a 侧、第 2 固体电解膜位于空间 101b 侧。

在本实施形态 14 中，与上述实施形态 5 相同，在第 1 及第 2 固体电解膜之间形成的密封空间构成了低湿度的气体空间，同时，在由第 2 固体电解膜两面被设置的电极间上产生电动势。因此，根据本实施形态 14，加进上述实施形态 9 的效果，靠该密封空间的低湿度气体空间，阻止从空间 101b 到空间 101a 的水蒸气逆向流动，从而能提高冷却性能，且由于回收发生在第 2 固体电解膜两面所设置的电极间的电动势，可达到节能目的。

实施形态 15

在形态 9 中，是用圆筒状的固体电解膜 100，分成 2 个空间 101a、10b 的，但在本实施形态 15 中，尽管无图表示，是同心状地配置与固体电解膜 100 相同结构的圆筒状的第 1 固体电解膜和在高分子电解质膜内部形成电气短路回路的圆筒状第 2 固体电解膜，为使第 1 及第 2 固体电解膜之间要形成密封空间，从而分成 2 个空间 101a、101b。又，第 1 固体电解膜位于空间 101a 侧、第 2 固体电解膜位于空间 101b 侧。

根据本实施形态 15，与上述实施形态 6 同样地能获得改善除湿性能，同时能获得优异的氧气浓缩性能。

还有，在上述各实施形态中，虽然是以装置小型化为目的而设计的，但若装入大型固体电解质增大电解反应面积，就能实现静态型、无声且维修方便的空调装置。

实施形态 16

图 21 是表示关于本发明的实施形态 16 的通过电解反应的水蒸发式冷却装

置的模式构成图。

在图中，密封罐 110 用被加工成波纹板形状或微小的凹凸形状且具有可挠性的厚 0.3mm 左右的不锈钢板来制造。且固体电解膜 50 的配置要把密封罐 110 内分隔成作为第 1 及第 2 密封空间的 2 个空间 110a、110b。另外，由绝缘性高分子树脂构成的隔片调整板 111 配置在密封罐 110 的内壁和固体电解膜 50 之间。另外，在空间 110a、110b 中充填氧气。密封罐 110 的空间 110b 和冷凝器 54 通过通气管 112 被连通。且在该通气管 112 的通路中装入可挠性材料 113 如波纹管。进而，通水管路 55 的通路中也可装入可挠性材料 114，例如波纹管。而其它结构与上述实施形态 1 相同构成。

在本实施形态 16 中，由于密封罐 110 用具有可挠性材料被制成，所以握住两端通过弯曲，如图 22 所示，就能使其外形形状弯曲。而且固体电解膜 50 和密封罐 110 靠隔板 111 确保适当的空隙。另外，由于密封罐 110 变形，所以密封罐 110 的端部对于冷凝器 54 相对下降，随着该密封罐 110 和冷凝器 54 的相对变位，发生在通水管路 55 上的应力通过可挠性材料 114 的变形而被抑制。

另外，通过装在通气管 112 的可挠性材料 113 的变形，冷凝器 54 相对密封罐 110 能够任意设定上下左右方向的位置关系。这时，装在通水管路 55 上的可挠性材料 114 就根据密封罐 110 和冷凝器 54 的相对变位而变形。

这里，根据本实施形态 16 的水蒸发式冷却装置的冷却情况与上述实施形态 1 相同。

从而，根据本实施形态 16，能获得与上述实施形态 1 相同效果。另外，因为密封罐 110 具有可挠性，故可变形，与水 52 接触的密封罐 110 的底部，即冷却部的外面形状能与被冷却体 53 的冷却面形状一致而变形，冷却面和冷却部能紧密接触。因此，不拘泥于被冷却体 53 的冷却面形状的密封罐 110 的冷却部与被冷却体 53 的良好的热连接就成为可能，从而能提高冷却效率。

此外，通过使可挠性材料 113、114 变形，就能任意设定密封罐 110 和冷凝器 54 的相对位置关系。所以，冷凝器 54 与被冷却体 53 的位置无关而能任意设定场所，从而能增加水蒸发式冷却装置的设置自由度。

又，在实施形态 16 中，是用被加工成波纹板形状或微小的凹凸形状的厚 0.3mm 左右的不锈钢板制造密封罐 110 的，而假如可以将密封罐 110 制造成能变形的，则采用例如具有可挠性的金属板或无通气性的布状体来制造也可以。在这里，使用的无通气性布状体例如是在布料中夹橡胶衬里加工的布状体。

实施形态 17

图 23 是表示本发明实施形态 17 的通过电解反应的水蒸发式冷却装置的模式构成图。

在图中，第 1 密封罐 120A 和第 2 密封罐 120B 上下配置。并且，固体电解膜 50a 的配置要把第 1 密封罐 120A 分隔成 2 个空间 120a、120b。在此空间 120b 的底部中贮存着水 52，而且散热器 57 被安装在空间 120b 侧的第 1 密封罐 120A 的外面上，从而构成了冷凝器。

被冷却体 53 和热连接的冷却板 121 被一体地安装在第 2 密封罐 120B 的一侧面，并且冷却板 121 和第 2 密封罐 120B 被加工成如波纹管或微小的凹凸形状或用有可挠性的厚 0.3mm 左右的不锈钢板来制造。另外冷凝水积存部 64a 被设置在第 2 密封罐 120B 的上方。再由绝缘性高分子树脂所组成的隔板 111 配设在第 2 密封罐 120B 内，从而形成空间 120c。

在冷却板 121 的内面上，形成了由热良导性且具有吸水性的多孔质板、网状板、膜状体等所组成的含水层 65，该含水层 65 的上端被配置在冷凝水积存部 64a 内，吸取该 64a 内的水 52 并维持湿润状态。

另外，第 1 密封罐 120A 的空间 120a 和第 2 密封罐 120B 的空间 120c 通过通气管 112 连通。并且，在通气管 112 的通路中装入可挠性材料 113。而空间 120b 的贮水部和冷凝水积存部 64a 通过通水管路 55 来连通。该通水管路 55 的通路中装入可挠性材料 114。进而，空间 120b 的气相部和空间 120c 的气相部通过差压式通气机构 56 来连接。在该 56 的配管通路中也可装入波纹管等的可挠性材料 115。

这里，空间 120a 构成第 1 密封空间，空间 120b 构成第 2 密封空间，而空间 120c 构成第 3 密封空间。且空间 120a、120b、120c 中被充填氧气。

另外，在含水层 65 内所吸收的水 52 相当于在第 1 密封空间内所贮存的水。

下面就本实施形态 17 的原理作说明。

在阳极 59 和阴极 60 之间施加来自直流电源 11 的直流电压时，在阳极 59 就发生水的电解而生成 H^+(质子)。该质子并通过质子传导体 58 而供到阴极 60 上，从而提供水的生成。因此，空间 120a 内的水蒸气被输送到空间 120b，空间 120b 的氧气被输送到空间 120a。

这里，含水层 65 吸收贮存在冷凝水积存部 64a 内的水 52 并变成湿润状态，因此，空间 120a、120c 内的水蒸气通过固体电解膜 50 被输送到空间 120b，从而空间 120a、120c 内的湿度下降。这样，加速蒸发由含水层 65 所吸收的水，引起温度下降。从而，与含水层 65 接触的冷却板 121 的温度下降。

此外，由于冷却板 121 和被冷却体 53 热连接，所以，被冷却体 53 的内部发生的热量被由冷却板 121 及含水层 65 所吸收的温度下降的水吸热。这样，被冷却体 53 被冷却，另一方面水通过吸热而蒸发。因此，蒸发的水蒸气通过固体电解膜 50 的水蒸气吸收作用被吸收到空间 120b，而空间 120a、120c 内经常维持在低湿度，加速水的蒸发。

在空间 120b 中吸收的水蒸气靠散热器 57 把其热量散发到外部而被冷却、变成冷凝水，积蓄在空间 120b 的底部。积蓄在空间 120b 底部的水 52 靠通水管路 55 慢慢地返回到冷凝水积存部 64a。在冷凝水积存部 64a 内贮存的水 52 由含水层 65 吸收，因此，水 52 被循环而不用泵等的机械装置。

另一方面，通过固体电解膜 50 的水蒸气吸收作用兼氧分子移动功能，空间 102b 内的氧气被输送到空间 102a、102c。这样，空间 120a、120c 内的压力上升，空间 102b 内的压力下降，而发生两空间之间的压力差。并且该压力差一旦超过差压式通气机构 56 的工作压力，则空间 120a、120c 内的氧气被返回到空间 120b 内。这样，就维持固体电解膜 50 的水蒸气及氧气的相互流动状况。

此外，冷却板 121 和第 2 密封罐 120B 用例如加工成波纹板形状或微小的凹凸形状且有可挠性的厚 0.3mm 左右的不锈钢板制造，就能与被冷却体 53 的冷却面的外形形状相一致地变形。这时，通过隔板 111，使密封罐 120B 和冷却板 121 间被确保合适的空隙。并使冷却板 121 与被冷却体 53 的冷却面紧密接触，而进行被冷却体 53 的冷却。

此外，通过使可挠性材料 113、114、115 的变形，能改变第 1 密封罐 120A 和第 2 密封罐 120B 的相对位置。这样，根据本实施形态 17，能获得和实施形态 16 相同的效果。

并且，在本实施形态 17 中，使配设冷却板 121 的第 2 密封罐 120B 和配设固体电解膜 50 的第 1 密封罐 120A 分开，因此，为与被冷却体 53 的外面形状一致而使固体电解膜 50 变形是不必要的，从而可长期地稳定固体电解膜 50 的水蒸气吸收作用及氧分子移动功能、获得装置的长寿命化。

另外，在本实施形态 17 中，是用被加工成波纹板形状或微小的凹凸形状的厚 0.3mm 左右的不锈钢板制造第 2 密封罐 120B 的，而假如被制造的第 2 密封罐 120B 是可以变形的，则也可使用例如具有可挠性的金属板或无通气性的布状体来制造，在这里，使用的无通气性布状体是例如在布料中夹橡胶衬里加工的布状体。

实施形状 18

在本实施形态18中，如图24所示，水蒸气穿透膜122被覆盖在含水层65的表面上，而其它结构和上述实施形态17相同。另外，水蒸气穿透膜122由于有选择性地仅仅透过水蒸气，所以例如在高分子薄膜上形成无数的微孔，该孔径是比水蒸气分子大而比液态水分子小。

在这种冷却装置中，对于要求扩大冷却面、增大冷却板121的面积的场合，则发生通水偏向于一部分，另一部分则发生干燥面，从而发生部分冷却效果降低的现象。

但是，根据本实施形态18，通过毛细管现象，由来自冷凝水积存部64a的含水层65所吸收的水52变成水蒸气并通过水蒸气穿透膜122被输送到空间120c。因此，通过该水蒸气穿透膜122而能设定较高的含水层65的含水率，从而能在含水层65内的整个面上防止水的缺损现象，对于较大的冷却面也能获得充分的冷却效果。

另外，在上述实施形态16—18中，虽是以使用固体电解膜50的情况作说明的，但也能使用图10所示的第1及第2固体电解膜50a、50b或图12所示的第1及第2固体电解膜50a、50c来代替固体电解膜50。

此外在上述实施形态17、18中，虽是以被冷却体53和热连接的冷却板121一体地装在密封罐120B一侧面的情况作说明的，但也可以把含水层65固定在第2密封罐120B一侧的内壁面上、把安装了含水层65的第2密封罐120B的一侧面和被冷却体53热连接，此时，能省掉冷却板121。

在上述实施形态17、18中，是以在第2密封罐120B的上部设置冷凝水积存部64a的情况作说明的。但也可以使冷凝水积存部64a设在第2密封罐120B的底部、且使含水层65的下端侧浸没在冷凝水积存部64a内所贮存的冷凝水中、通过毛细管现象吸收而使含水层65维持在湿润状态。

本发明由于构成了以上那样的结构，能收到以下所述效果。

通过固体电解膜将充填气体的密封空间分割成第1、第2的密封空间，在第1密封空间侧的固体电解膜的面上使产生水的电解，通过固体电解膜把由水的电解而生成的质子供到第2密封空间侧的固体电解膜的面上，并在该面上使得发生水的生成反应而使第1及第2密封空间内发生湿度差，从而使得贮存在第1密封空间内的水温度降低，可获得小型静态型、无声高效率且维修方便的通过电解反应的水蒸发式冷却方法。

凝聚第2密封空间的高湿度气体而生成冷凝水，且把该冷凝水返回到第1密封空间，以补充贮存在第1密封空间内的水，所以，不使用泵等的机械装置就

能进行水的循环、可获得无噪声化。

在有选择性地通过质子的固体高分子电解质的两面上设置成多孔质电极，由于具有：将充填气体的密封空间分成第1及第2密封空间的电解膜；贮存在第1密封空间内的水；将在第2密封空间内的气体中所含的水分凝聚的冷凝装置；将通过冷凝装置凝聚的冷凝水返回到第1密封空间的回水装置；当第1及第2密封空间的气相部的压力差一旦超过工作压力则使第1及第2密封空间气相部之间通气的差压式通气装置；在固体电解膜两面设置的多孔质电极间施加直流电压的直流电源，所以能够获得小型静态型、无声高效率且维修方便的通过电解反应的水蒸发式冷却装置。

由于具有：为使充入气体的密封空间分成第1、第2密封空间，在质子移动方向上直线排列地由2层来配置的且在有选择性地通过质子的固体高分子电解质两面上设置成多孔质电极的第1及第2固体电解膜；贮存在第1密封空间内的水；凝聚第2密封空间内气体中所含水分的冷凝装置；将冷凝水返回到第1密封空间的回水装置；当第1及第2密封空间的气相部之间压力差一旦超过工作压力则使第1及第2密封空间气相部之间通气的差压式通气装置；在面对第1密封空间的第1固体电解膜两面设置的多孔质电极间施加直流电压的直流电源，所以，能够获得小型静态型、无声高效率且维修方便的通过电解反应的水蒸发式冷却装置。而且，在第1及第2固体电解膜之间形成的气体空间能阻止水蒸气的逆向移动，抑制水蒸气移动效率的下降，从而能提高其部分冷却性能。

回收发生在第2固体电解膜两面而设置的多孔质电极之间的电动势、且作为供到第1固体电解膜两面设置的多孔质电极间的部分电力而返回的，所以能获得节能化。

由于具有：为使充入气体的密封空间分成第1、第2密封空间，在质子移动方向上直线排列地由2层来配置的且在有选择性地通过质子的固体高分子电解质两面上设置多孔质电极的第1固体电解膜和能同时移动质子与电子而构成的第2固体电解膜；贮存在第1密封空间内的水；凝聚第2密封空间内气体中所含水分的冷凝装置；将通过冷凝装置而被凝聚的冷凝水返回到第1密封空间的回水装置；当第1、第2密封空间气相部之间的压力差一旦超过工作压力则使第1及第2密封空间气相部之间通气的差压式通气装置；在面临第1密封空间的第1固体电解膜两面设置的多孔质电极间施加直流电压的直流电源，所以能够获得小型静态型、无声高效率且维修方便的通过电解反应的水蒸发式冷却装置。此外，由于第2固体电解膜是用能同时移动质子和电子的单极构成的，所以，能获

得系统的简单化及低成本化。

构成第1密封空间的罐体的冷却部用可挠性材料做成，由于该冷却部的外面形状可与由该冷却部热连接的被冷却体外形形状能一致地变形，所以，能使不拘泥于被冷却体外形的罐体冷却部可与被冷却体很好地紧密接触，可获得提高冷却效率。

冷凝装置通过通气管连通到第2密封空间的冷凝器而形成由于至少一部分通气管用可挠性材料构成且冷凝器位置相对第2密封空间可以变化，所以，能增加水蒸发式冷却装置的自由度。

通过通气管连通到第1密封空间，且具备在内部有贮水的含水层的第3密封空间，通过回水装置将被凝聚的冷凝水返回到含水层，另外，构成第3密封空间的罐体的冷却部用可挠性材料构成，由于该冷却部的外形与该冷却部热连接的被冷却体外形形状能一致地变形，所以，能获得提高冷却效率，并且，具有冷却部的第3密封空间从具有固体电解膜的空间中分离，固体电解膜不被变形，从而稳定地长期地进行固体电解膜的水蒸气吸收作用及氧分子移动功能，可获得长寿命化。

通过通气管连通到第1密封空间，且具备在内部有贮水的含水层的第3密封空间，通过回水装置将被凝聚的冷凝水返回到含水层，另外由于至少一部分的通气管用可挠性材料做成，所以第3密封空间的位置相对第1密封空间可变化，从而能增加水蒸发式冷却装置的自由度。

阻止液态水通过，且由于有选择性地通过水蒸气的水蒸气穿透膜被覆盖在含水层的表面，所以，靠水蒸气穿透膜能设定含水层含水率的较高值，从而，能在含水层内的整个面上防止水的缺损现象，即使对于较大的冷却面也能获得充分的冷却效果。

由于在第1及第2密封空间的气相部中具有搅拌气体的气体搅拌装置，所以，第1、第2密封空间内的气体被强制性地流动，从而更有效地接触到固体电解膜的电解反应面上，能促进电解反应，而提高冷却性能。

将和被冷却体热连接的冷却板与固体电解膜或第1固体电解膜相对地配置从而构成第1密封空间，在冷却板的与固体电解膜相对的面上形成含水层，因为贮存在第1密封空间的水被供到含水层，所以，冷却板通过含水层吸收的水被直接冷却。

构成的冷却板的一部分要面对第2密封空间，在面临第2密封空间内的该冷却板的一部分上形成一个积蓄通过冷凝装置被冷凝的冷凝水的贮水部，而且，

由于冷凝水贮水部和含水层形成了能通水的状态，所以，不需动力及循环管路就能进行水的循环，从而能获得小型化装置。

当第1、第2密封空间之间的压力差一到规定值以上，则第1密封空间内气体就通向第2密封空间内，当两空间的压力差不到规定值时，则第2密封空间内的冷凝水返回到第1密封空间内，由于是靠管路来完成上述过程的，且该管路兼备水循环功能和气体循环功能，从而，能获得构成部件的简单化、部分小型化。

传热体与固体电解膜或第1及第2的固体电解膜的任何一面热接触，且把其一部分从密封空间向外部延伸出来配置，在该延伸出来的位置上由于设置了散热器，所以固体电解膜的热量被散发至系统外，从而抑制固体电解膜的温度上升，可提高冷却性能。

在第1及第2密封空间中，由于充入由氧气和水蒸气所组成的气体，所以，在第1及第2密封空间内只存在着有利于电解反应的因子，从而能加速反应速度、提高冷却能力。

在第1及第2密封空间中，由于充入空气所构成的气体，因此，能获得低成本化。

由于在第1及第2密封空间内的压力被设定在接近大气压，所以，装置就不必要做成坚固的气密性的结构，从而装置变得容易制造。

通过在有选择性地通过质子的固体高分子电解质两面上设置成多孔质电极构成的固体电解膜，将充填气体的密封空间分隔成第1及第2空间，在设在两面的多孔质电极间，施加直流电压，所以在第1空间侧的固体电作膜之面上发生水的电解，且通过固体电解膜，使由该水的电解而生成的质子移动到第2空间侧的固体电解膜之面上，从而在第2空间侧的固体电解膜之面上产生水的生成反应，因此，在第1及第2密封空间中发生湿度差，由于在第1空间内被形成水膜的水温度下降，所以，能够获得小型静态型、无声高效率且维修方便的通过电解反应的水蒸发式冷却方法。

第2空间的一部分形成具有向系统外部散热功能的冷凝空间，凝聚第2空间内的高湿度气体而生成冷凝水，且把该冷凝水返回到第1空间，由于向在第1空间中所形成的水膜补充水，所以，不用泵类等的机械装置，就能循环水、获得无噪声化。

设置第1空间和第2空间连通的通气孔，在第1空间侧的固体电解膜之面上由水的电解而生成的氧气通过通气孔开始返流到第2空间内，所以，不需泵类等的机械装置，就能循环氧气、获得无噪声化。

由于具有：在有选择地通过质子的固体高分子电解质两面上设置成的多孔质电极；使充入气体的密封空间分隔成第1及第2空间的固体电解膜；在第1空间内被形成的水膜；在与第2空间连通的冷凝空间中凝聚由第2空间内气体所含水分的冷凝装置；使由冷凝装置所冷凝的冷凝水返回到在第1空间内所形成的水膜中的回水装置；为连通第1及第2空间而被设置的通气孔；在固体电解膜的两面上所设置的多孔质电极间施加直流电压的直流电源，所以能获得小型静态型、无声高效率且维修方便的通过电解反应的水蒸发式冷却装置。

由于固体电解膜做成二块：在选择性地通过各自质子的固体高分子电解质的两面上设置多孔质电极的第1及第2固体电解膜，而第1固体电解膜和第2固体电解膜之间要形成密封空间，且在该质子移动方向上直线排列地配列成2层，所以，由第1及第2固体电解膜间形成的气体空间能起到阻止水蒸气逆向流动的作用，从而抑制水蒸气流动效率的降低、能提高一部分冷却性能。

回收发生在第2固体电解膜两面所设置的多孔质电极之间的电动势，且作为供到第1固体电解膜两面设置的多孔质电极间的一部分电力而返回的，所以能获得节能化。

由于固体电解膜在质子移动方向上直线排列地配设2层，即一层为在有选择地通过质子的高分子电解质两面上设置成多孔质电极的第1固体电解膜；另一层为能同时移动质子和电子而构成的第2固体电解膜，由于第1、第2固体电解膜之间形成密封空间，所以，由第1、第2固体电解膜形成的气体空间能起到阻止水蒸气的逆向流动的作用，从而抑制水蒸气的流动效率下降，能提高一部分冷却性能。而且，构成的第2固体电解膜是单极，能使该部分低成本化。

在形成第1空间的壁面及形成冷凝空间的材料壁面上，具有相互连接的被附设的网状、棉状或海棉状的吸水材料，用冷凝装置凝聚的冷凝水由冷凝空间内的吸水材料吸收，且通过吸水材料的毛细管现象的作用，回水到第1空间内的吸水材料上，由于在第1空间内形成水膜，所以，不需泵类等机械装置就能进行水的循环，获得无噪声化。

与被冷却体热连接的冷却板要与固体电解膜相对配置而构成第1空间，且在冷却板的与固体电解膜相对的面上，附设网状、棉状或海棉状的吸水材料，由于使吸收材料吸水而形成水膜，所以冷却板通过含水材料的所吸的水而被直接冷却，从而能提高冷却性能。

固体电解膜做成筒状，其轴心大致朝铅垂方向配置，第1空间和第2空间相对该固体电解膜的轴心做成同心状，通气孔设在密封空间的该轴心方向的最下

部，而第1、第2空间设在密封空间的该轴心方向的下部侧，且由于冷凝空间与第2空间连通地被设在密封空间的该轴心方向的最上部，所以，靠水蒸气和氧气的比重之差，不需用驱动源，气体被顺利地流动。

固体电解膜做成筒状，其轴心大致朝铅垂方向配置，第1空间和第2空间相对该固体电解膜的轴心做成同心状，第1空间设在第2空间的内周侧，通气孔设在该轴心方向的最下侧，且第2空间的外周部上设置冷凝装置，由于把第2空间作为冷凝空间，所以能缩小轴向尺寸。

在第1空间及第2空间中，由于只有氧气和水蒸气组成的气体被充入，所以，在第1及第2空间内只存在着有利于电解反应的因子，从而能加快反应速度、获得提高冷却能力。

说 明 书 附 图

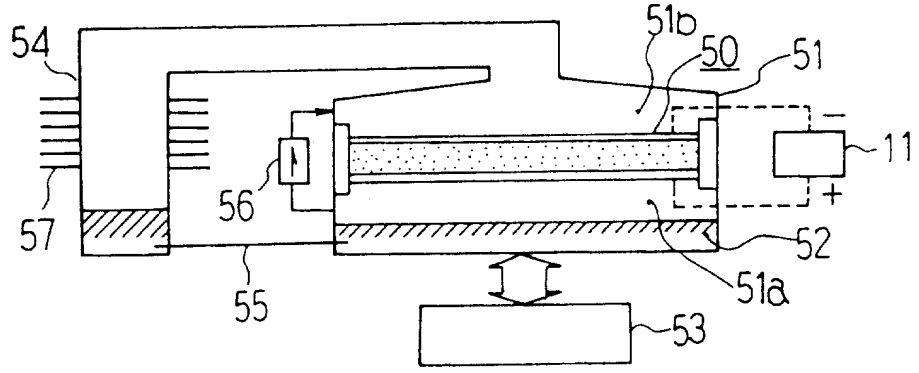


图 1

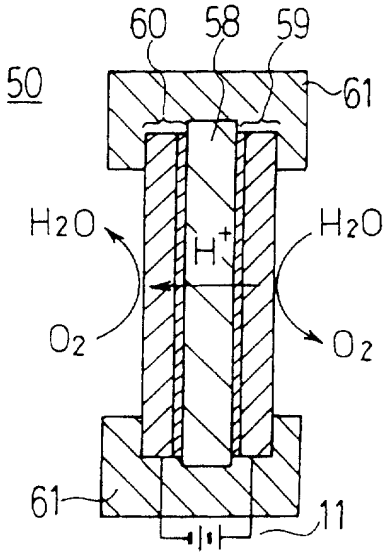


图 2

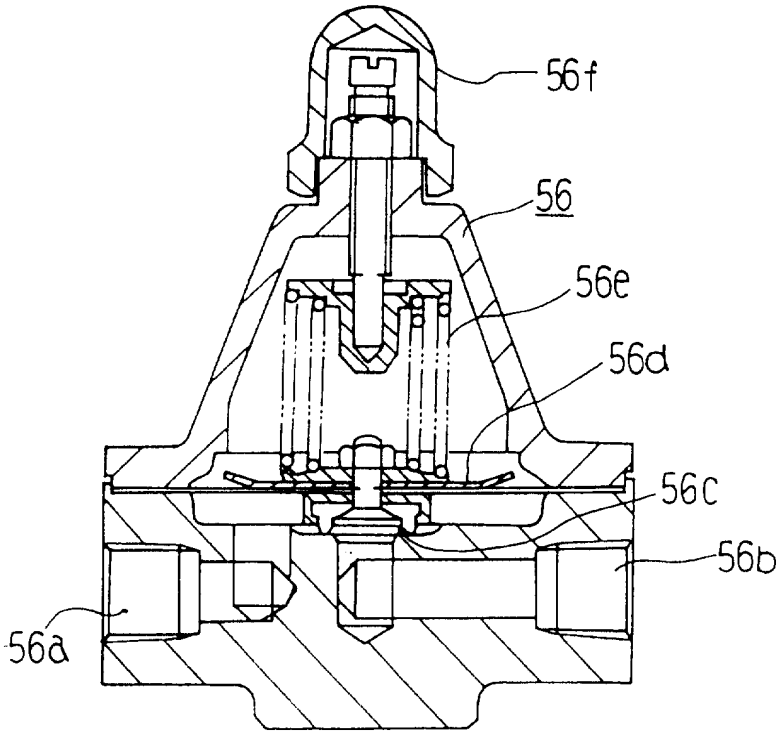

56f
56
56e
56d
56c
56b
56a

图 3

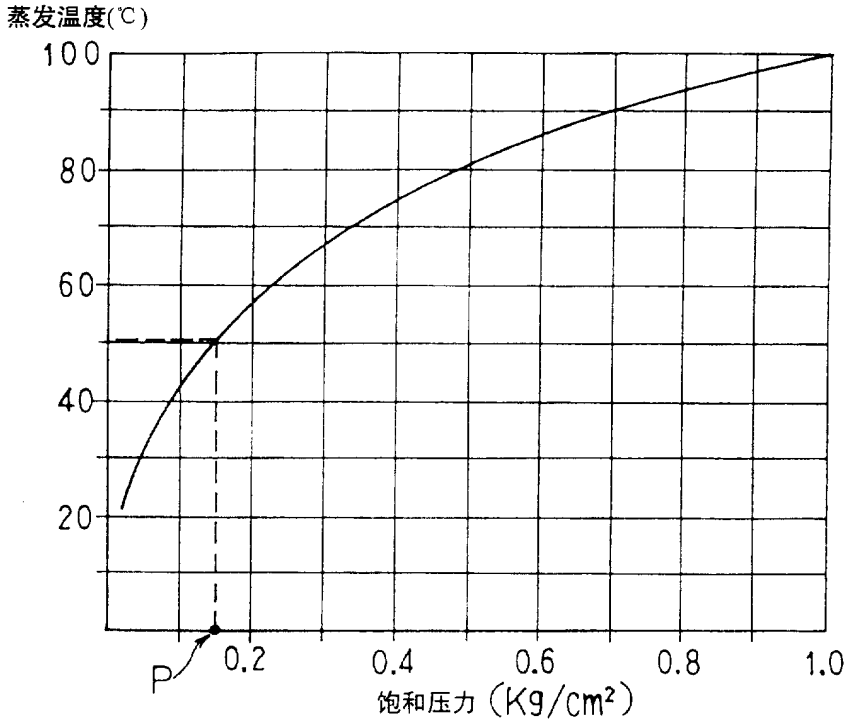

蒸发温度(℃)
100
80
60
40
20
P
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
饱和压力 (Kg/cm²)

图 4

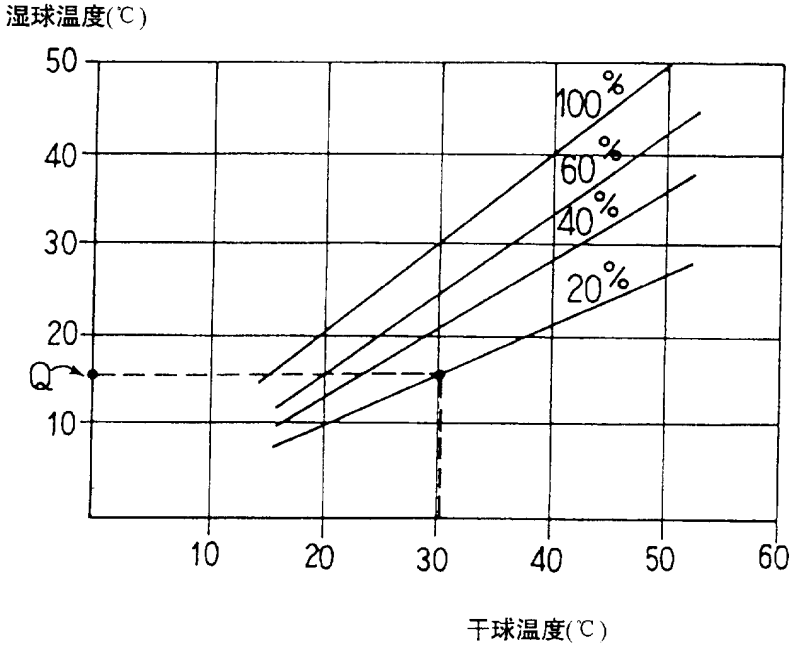
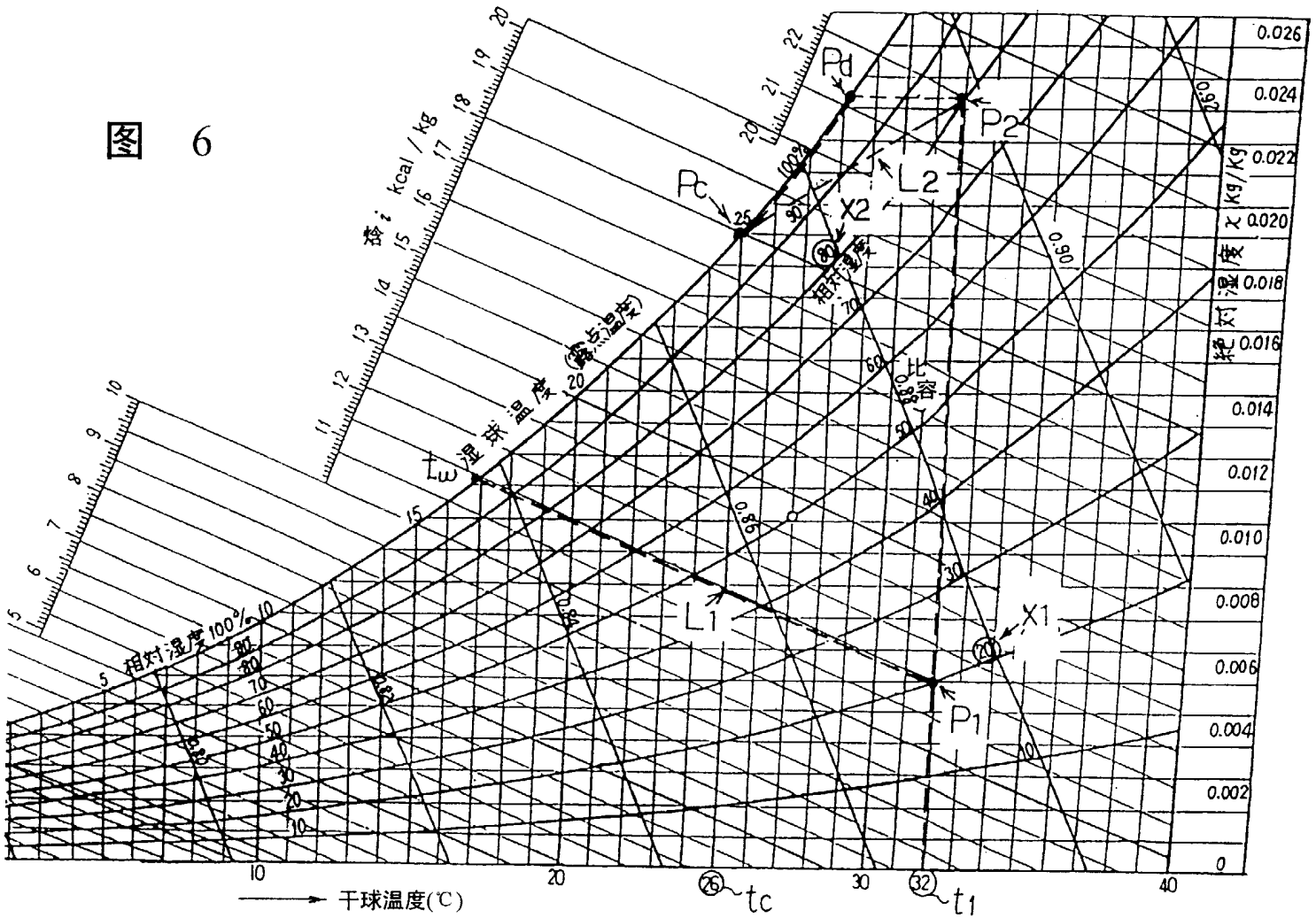


图 5

图 6



Pd
P2
L2
Pc
X2
相对湿度
比容
湿球温度(露点温度)
tw
L1
X1
P1
相对湿度100%
干球温度(℃)
tc
t1
绝对湿度 χ kg/kg
0.026
0.024
0.022
0.020
0.018
0.016
0.014
0.012
0.010
0.008
0.006
0.004
0.002
0
10
20
30
40

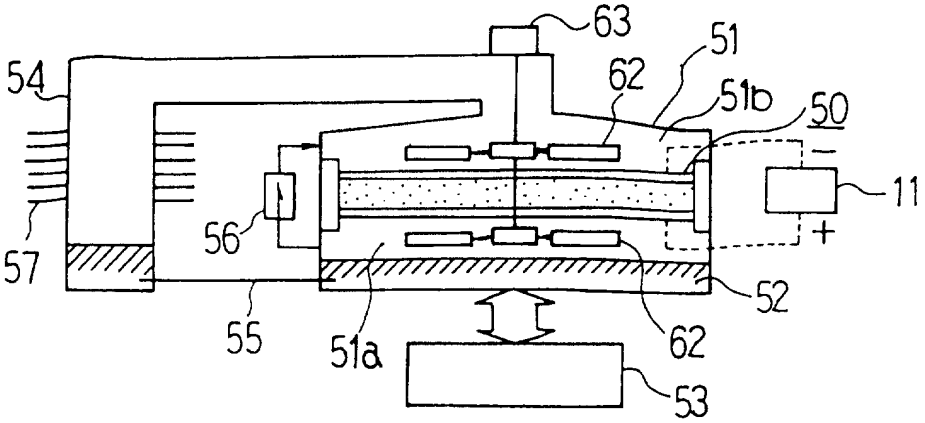

63
51
54
62
51b
50
11
56
57
52
55
51a
62
53

图 7

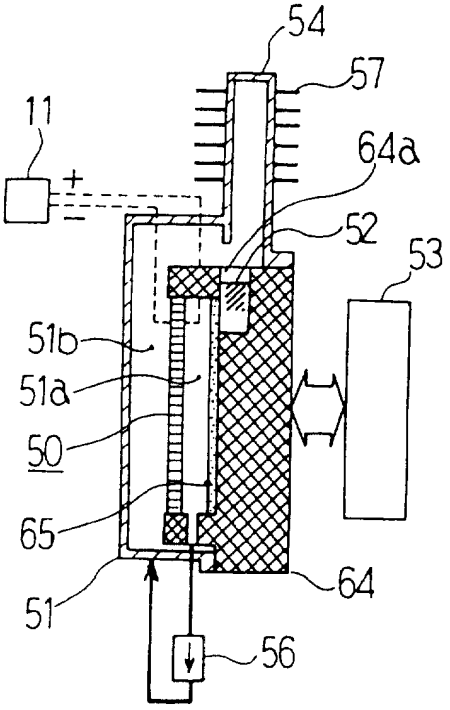

54
57
11
64a
52
53
51b
51a
50
65
64
51
56

图 8

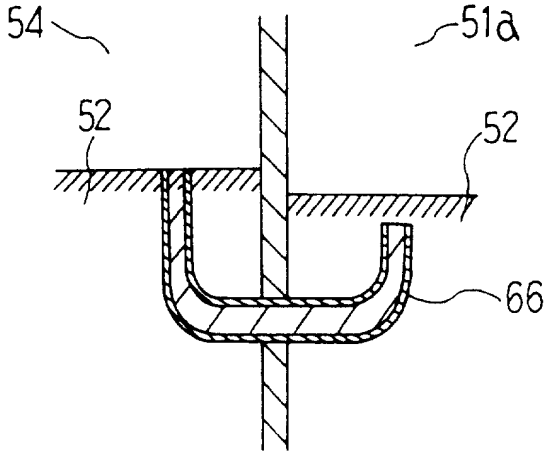


图 9

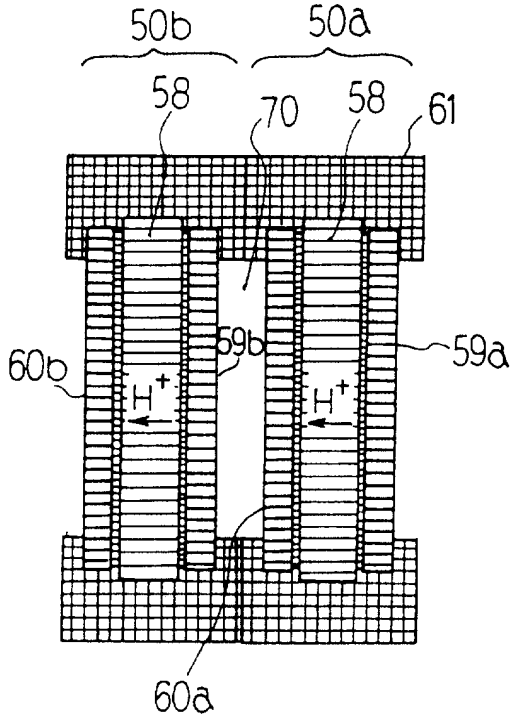


图 10

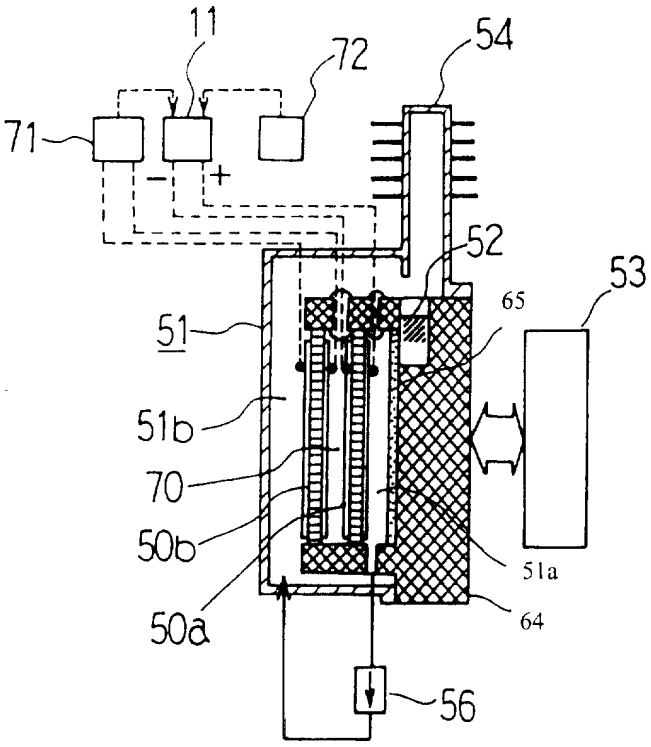


图 11

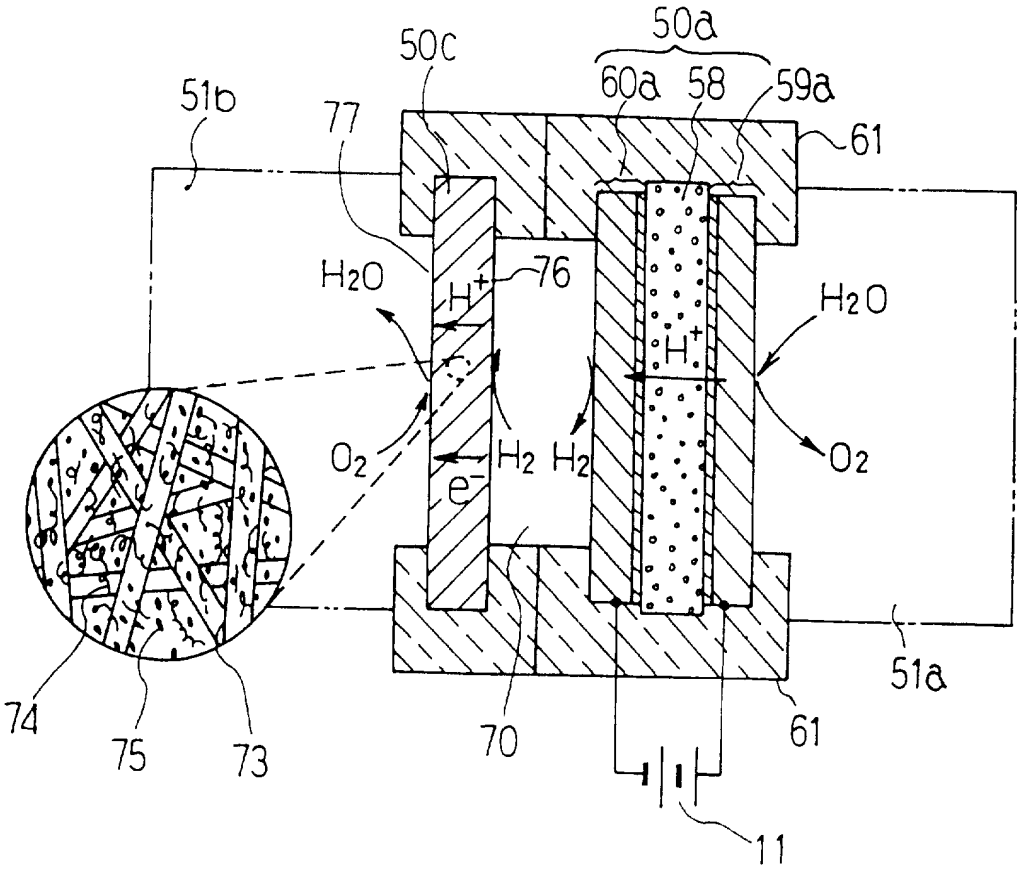

50a
50c
60a
58
59a
51b
77
61
H2O
H+
76
H2O
H+
O2
H2
H2
e-
O2
74
75
73
70
61
51a
11

图 12

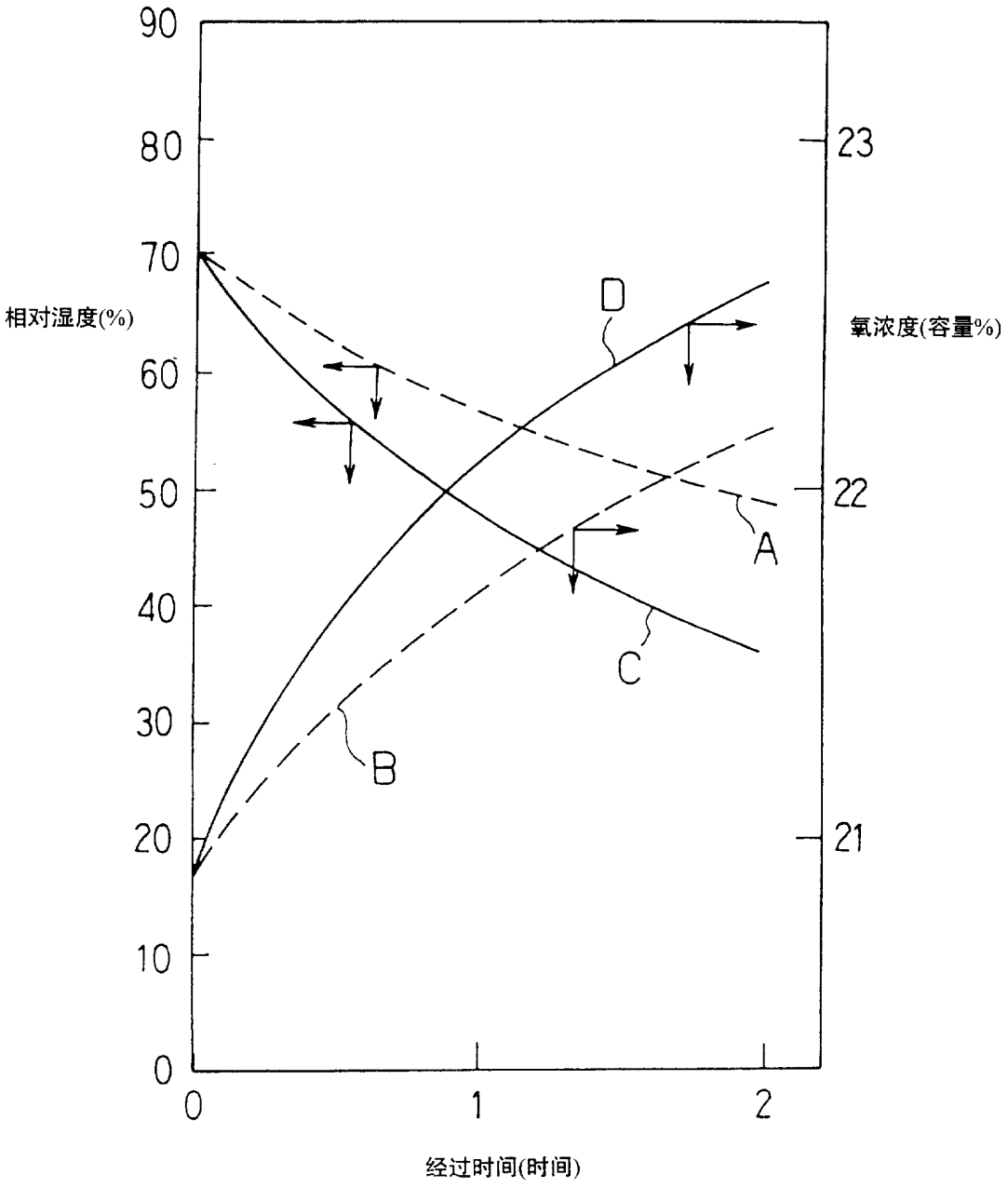


图 13

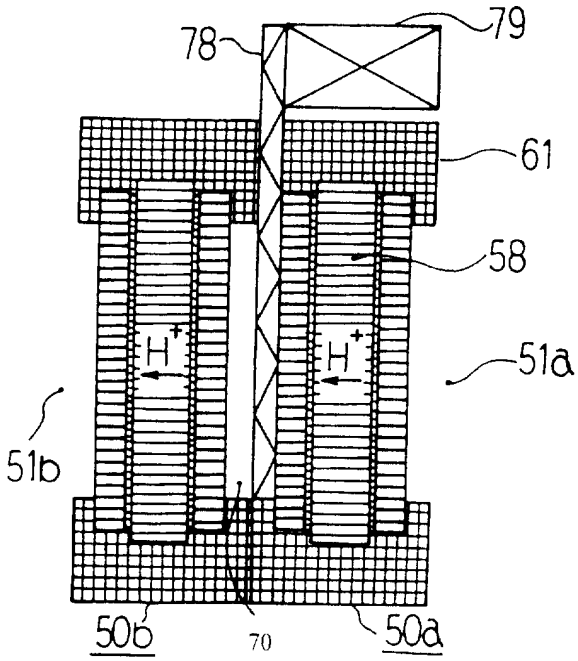


图 14

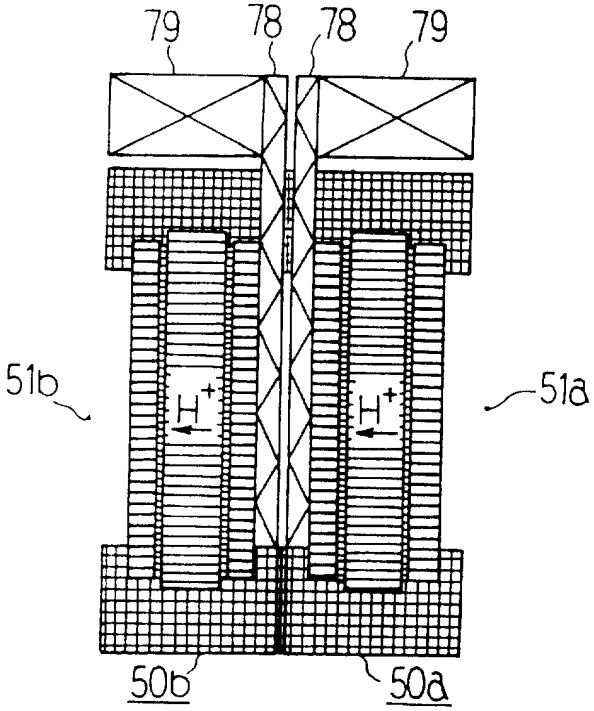


图 15

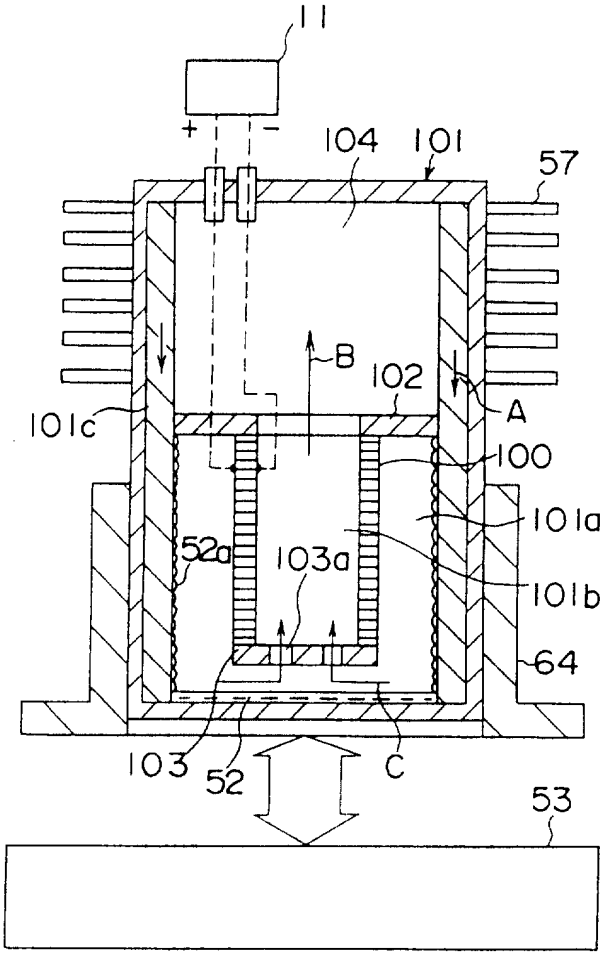


图 16

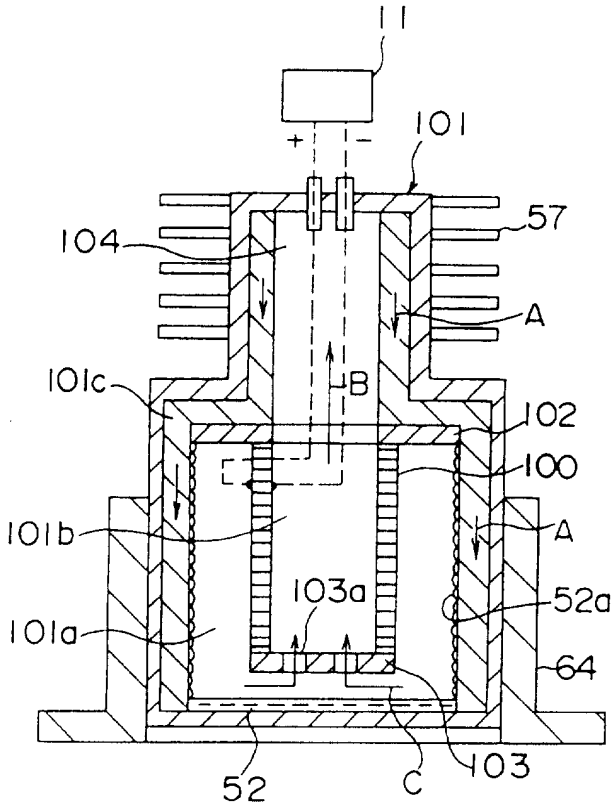


图 17

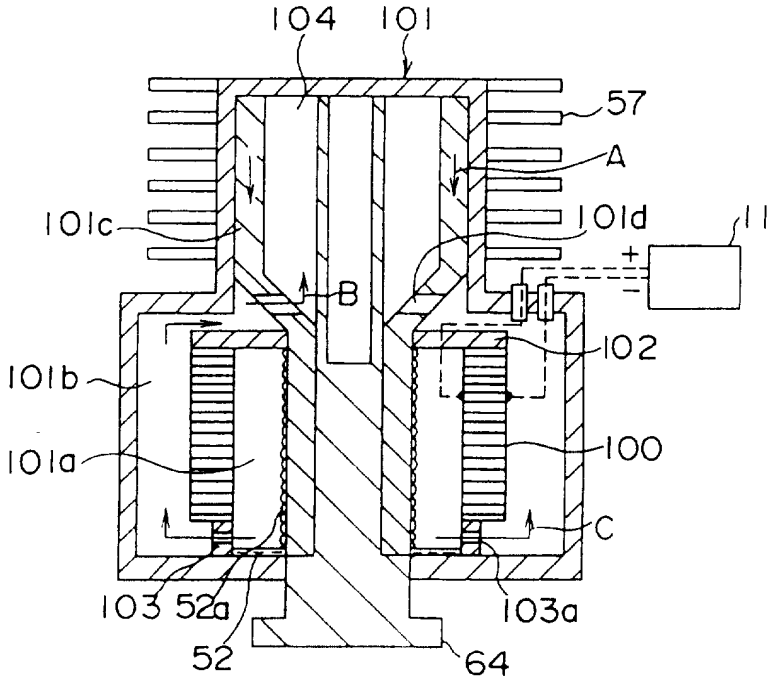


图 18

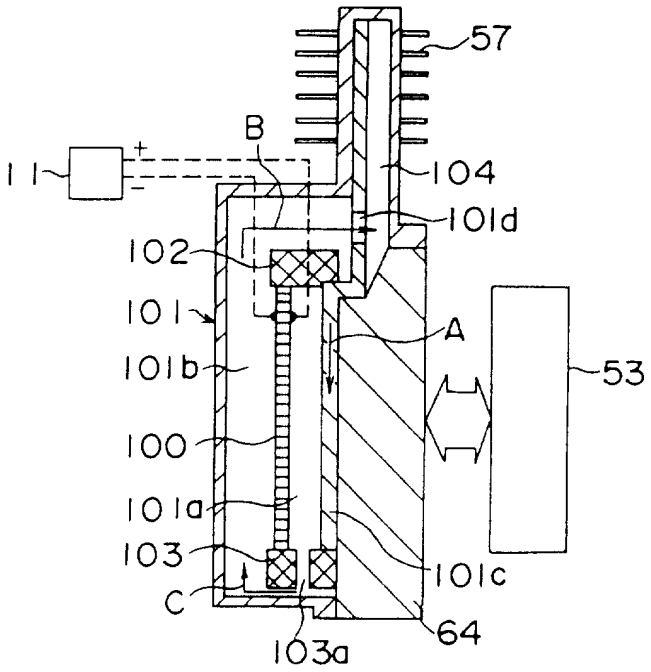

57
B
11
+
-
104
101d
102
101
A
101b
53
100
101a
103
101c
C
64
103a

图 19

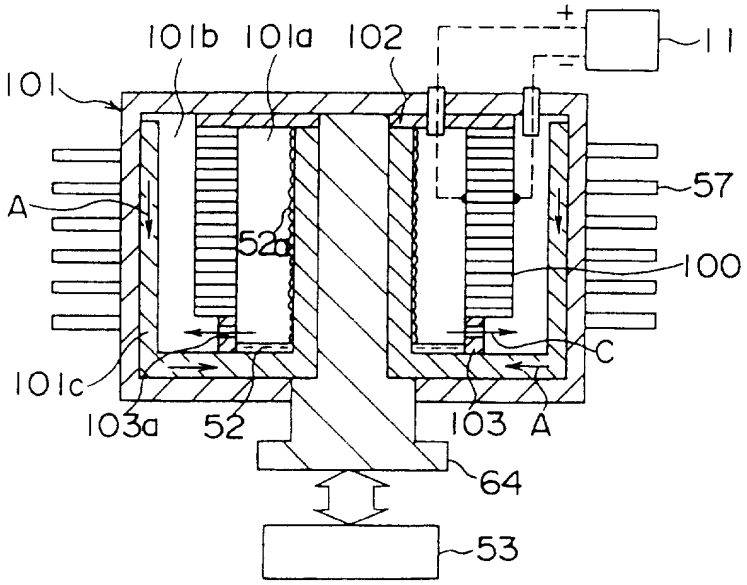

101b
101a
102
+
11
101
57
A
52a
100
C
101c
103a
52
103
A
64
53

图 20

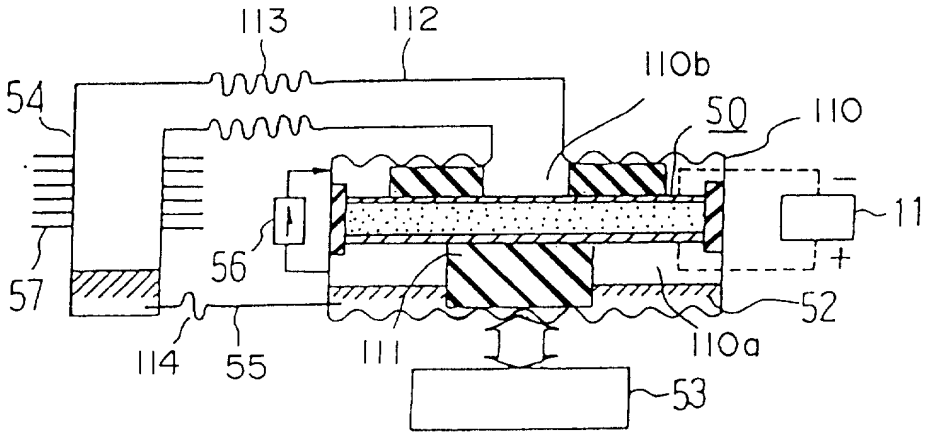

113
112
110b
54
50
110
11
56
57
52
114
55
111
110a
53

图 21

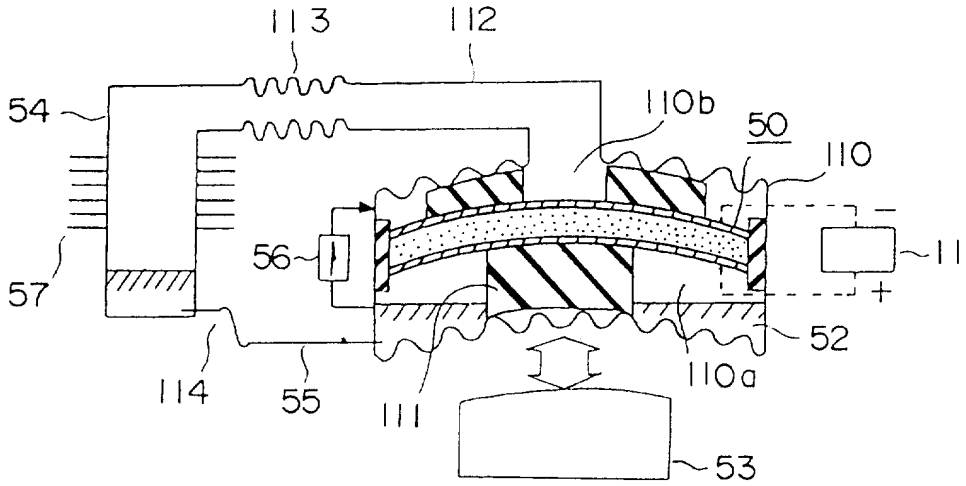

113
112
54
110b
50
110
11
56
57
52
114
55
111
110a
53

图 22

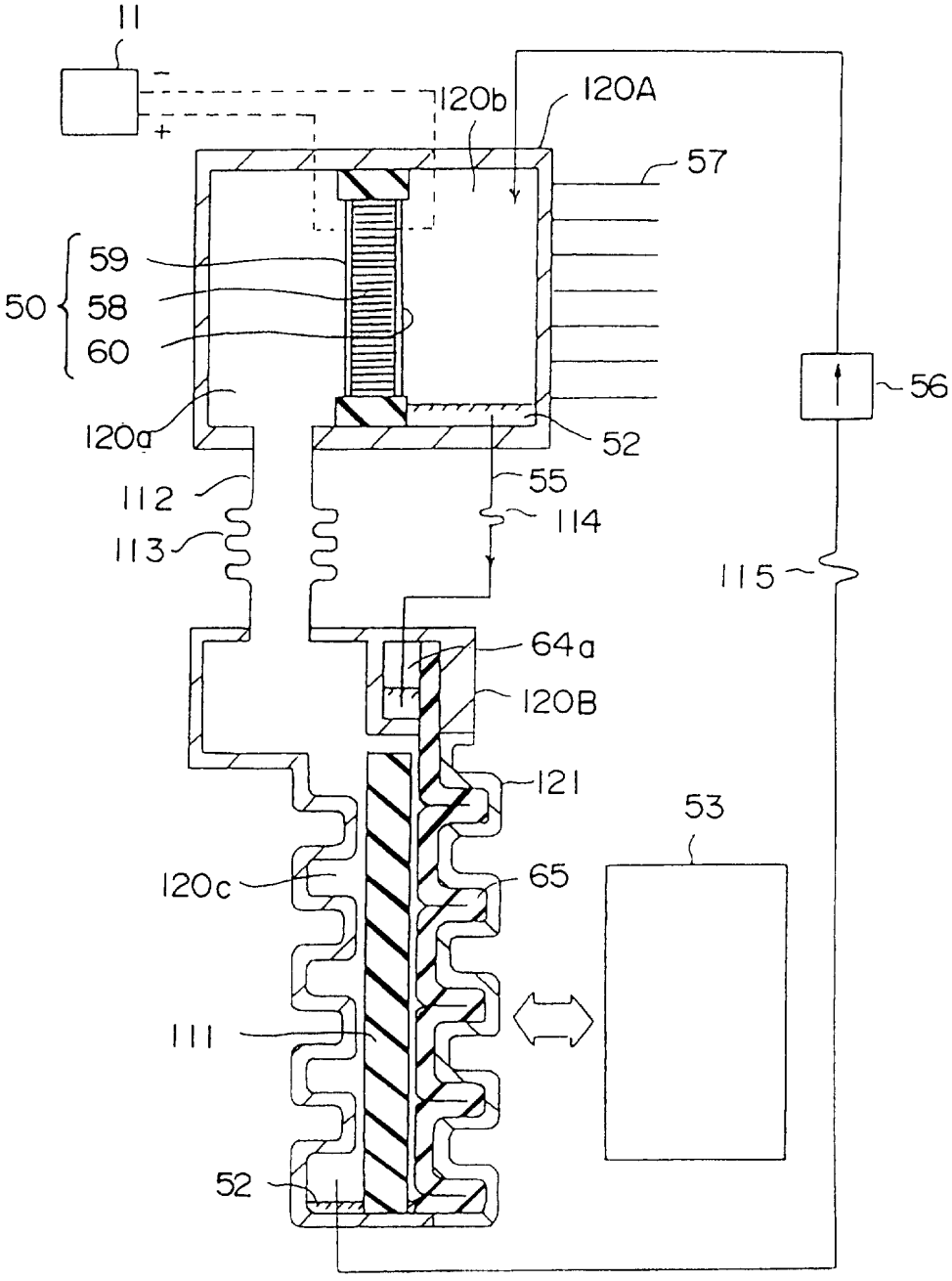

11
120b
120A
57
59
50
58
60
56
120a
52
112
55
114
113
115
64a
120B
121
53
120c
65
111
52

图 23

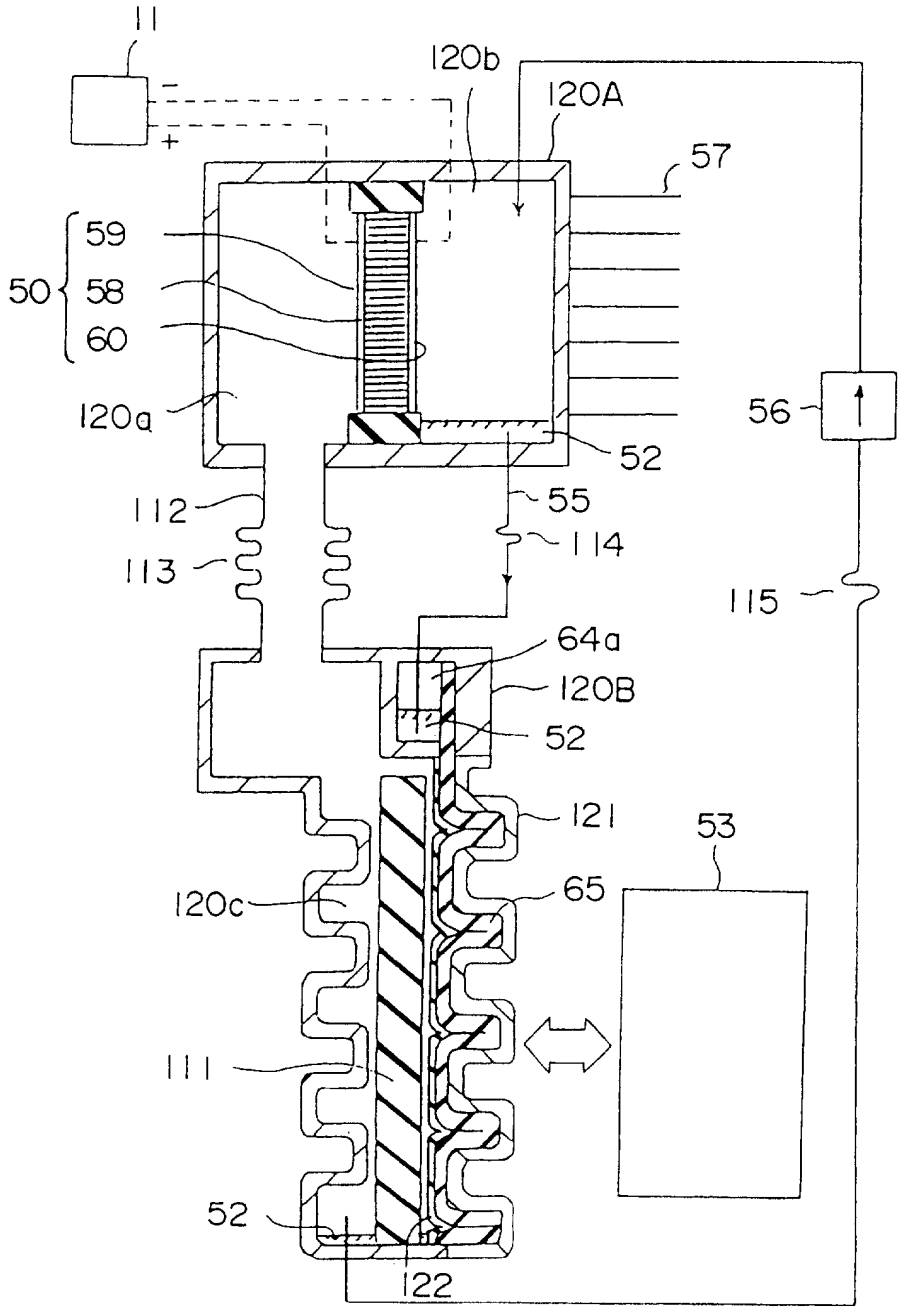

11
120b
120A
57
59
50
58
60
120a
56
52
112
55
113
114
115
64a
120B
52
121
53
120c
65
111
52
122

图 24

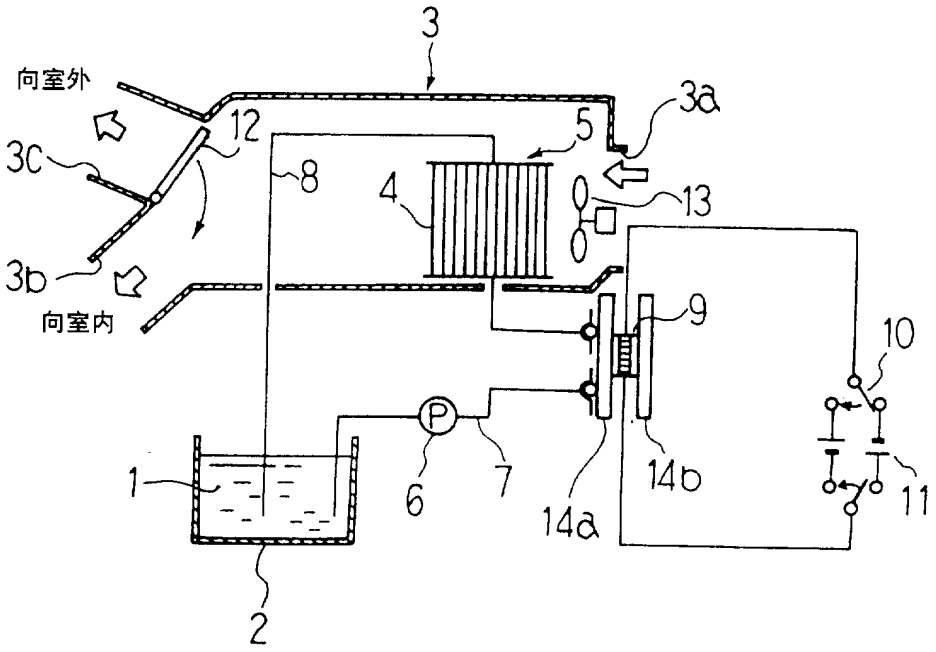


图 25

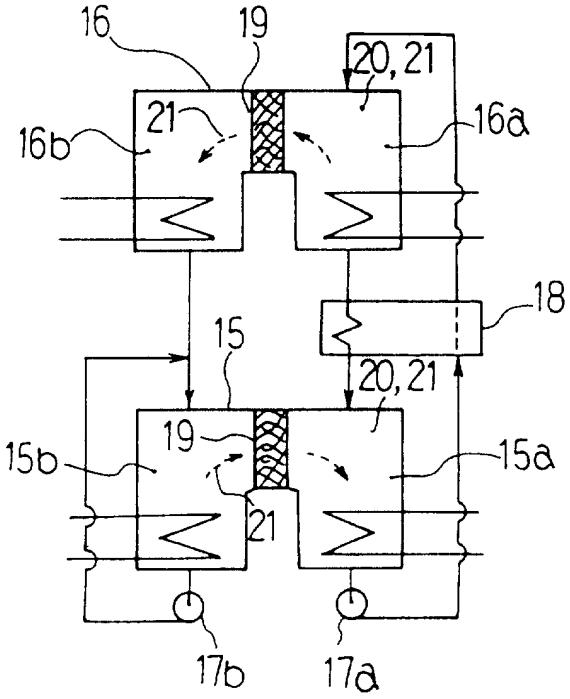

16
19
20, 21
21
16b
16a
18
15
20, 21
19
15b
15a
21
17b
17a

图 26

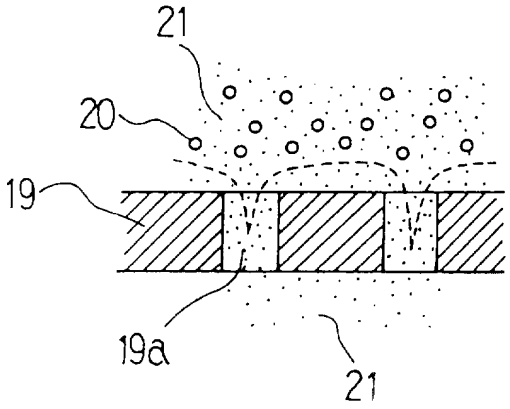

21
20
19
19a
21

图 27

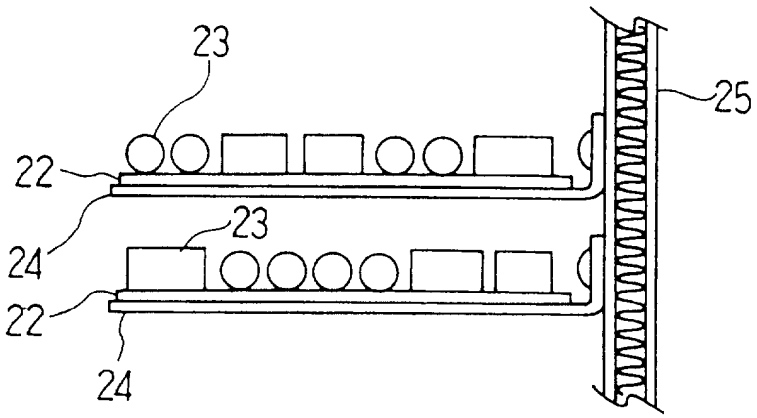


图 28