



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105080354 B

(45)授权公告日 2018.12.07

(21)申请号 201410834328.3

(22)申请日 2014.12.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105080354 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(30)优先权数据  
103116565 2014.05.09 TW

(73)专利权人 财团法人纺织产业综合研究所  
地址 中国台湾新北市土城区承天路六号

(72)发明人 林伯儒 陈俊宏 李雨霖

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006  
代理人 徐金国

(51)Int.Cl.

B01D 69/12(2006.01)

B01D 61/36(2006.01)

(56)对比文件

US 20090305024 A1,2009.12.10,参见说明书发明内容.

US 20110120941 A1,2011.05.26,说明书第[0001]-[0014]段,附图2A.

CN 103464007 A,2013.12.25,说明书发明详述.

审查员 张濛

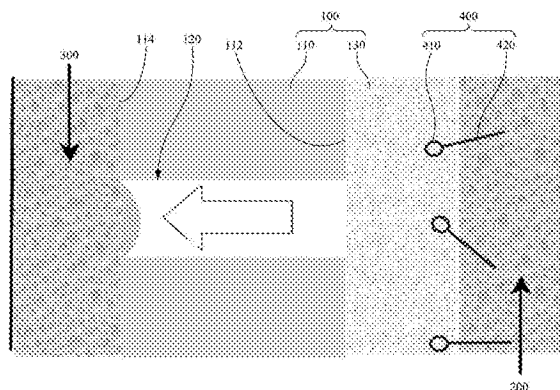
权利要求书1页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

用于膜蒸馏的复合膜

(57)摘要

一种用于膜蒸馏的复合膜,包含疏水性多孔膜以及高含水率水胶层。疏水性多孔膜,包含相对的第一表面与第二表面,其中第一表面对应于热端,第二表面对应于冷端。高含水率水胶层设置于第一表面,其中高含水率水胶层的含水率大于30%。复合膜藉由配置高含水率水胶层于疏水性多孔膜的表面,便可用以处理含有界面活性成分的废水。



1. 一种用于膜蒸馏的复合膜,包含:

疏水性多孔膜,包含相对的第一表面与第二表面,其中所述第一表面对应于热端,所述第二表面对应于冷端;以及

高含水率水胶层,设置于所述第一表面,其中所述高含水率水胶层的材料包含卡德兰胶或琼脂糖,所述高含水率水胶层的网目尺寸介于192纳米至237纳米之间,所述高含水率水胶层的厚度为200微米,所述高含水率水胶层的含水率介于94%至96%之间,其中含水率的定义如下:

$$\text{含水率} = \frac{W_s - W_d}{W_s} \times 100\%$$

其中 $W_s$ 代表润湿后的高含水率水胶层重量, $W_d$ 代表干燥后的高含水率水胶层重量。

2. 如权利要求1所述的复合膜,其中所述高含水率水胶层为物理性交联材料或化学性交联材料。

3. 如权利要求1所述的复合膜,其中所述疏水性多孔膜的材料包含聚四氟乙烯、聚丙烯、聚偏二氟乙烯或其组合物。

## 用于膜蒸馏的复合膜

### 技术领域

[0001] 本发明是有关于一种复合膜,特别是有关于一种应用于膜蒸馏的复合膜。

### 背景技术

[0002] 由于水资源短缺,海水淡化或是水资源回收再利用已是膜蒸馏(membrane distillation)技术发展最重要的应用之一。膜蒸馏技术主要是利用具有疏水性的微多孔薄膜将高温溶液与低温溶液隔开,水蒸气会因为高温侧与低温侧之间的蒸气压差,从高温侧经由薄膜上的膜孔流向低温侧,然后在低温侧凝结成液体。此蒸气压差是由两侧流体之间的温度梯度所造成的。

[0003] 由于膜蒸馏技术可以获得极佳的处理水质,故除了海水淡化处理以外,以膜蒸馏技术进行废水处理也逐渐受到重视。由于废污水中大都含具有界面活性的物质,使得废水的表面张力大幅度下降,造成膜材的润湿,使膜蒸馏程序终止,影响膜通量与处理水质,使膜蒸馏技术难以应用于废水的处理。

[0004] 纺织厂的染整废水是一种水量大、水温高的工业废水,是一种相当有潜力以膜蒸馏技术进行废水回收再利用的对象之一。但如前所述,在染整制程中所添加的化学物质,如均染剂、柔软剂及其他有机物等具有界面活性的物质,都是容易使膜污染或润湿的物质,如不加以解决即无法直接以膜蒸馏技术处理该废水。

### 发明内容

[0005] 本发明提供了一种复合膜,用以提升膜蒸馏技术处理废水的效率,尤其是处理含有界面活性成分的废水的处理效率。

[0006] 本发明的一实施方式提供了一种用于膜蒸馏的复合膜,包含疏水性多孔膜以及高含水率水胶层。疏水性多孔膜,包含相对的第一表面与第二表面,其中第一表面对应于热端,第二表面对应于冷端。高含水率水胶层设置于第一表面,其中高含水率水胶层的含水率(water content)大于30%,其中含水率的定义如下:

$$\text{含水率} = \frac{W_s - W_d}{W_s} \times 100\%$$

[0007]

[0008] 其中 $W_s$ 代表润湿后的高含水率水胶层重量, $W_d$ 代表干燥后的高含水率水胶层重量。

[0009] 于本发明的一或多个实施例中,高含水率水胶层的网目尺寸(mesh size)介于0.001微米( $\mu\text{m}$ )至10微米之间。

[0010] 于本发明的一或多个实施例中,高含水率水胶层的含水率介于50%至99%。

[0011] 于本发明的一或多个实施例中,高含水率水胶层的材料包含多醣类、蛋白质类、聚乙烯醇(Polyvinyl Alcohol,PVA)、聚乙二醇(Polyethylene Glycol,PEG)或聚氧化乙烯(polyethylene oxide,PEO)、压克力系、聚氨酯、纤维素、甲壳素、海藻酸及其改质物、共聚物或其组合物。

[0012] 于本发明的一或多个实施例中高含水率水胶层的多糖类材料为卡德兰胶 (curdlan)、琼脂糖 (agarose) 或洋菜胶 (Agar)。

[0013] 于本发明的一或多个实施例中,高含水率水胶层的压克力系材料的单体为丙烯酸 2 羟乙酯 (2-Hydroxyethyl acrylate, HEA)、甲基丙烯酸羟乙酯 (Hydroxyethyl methacrylate, HEMA)、甲基丙烯酸羟基乙氧基乙酯 (Hydroxyethoxyethyl methacrylate, HEEMA)、甲基丙烯酸甲基二乙氧基乙酯 (Hydroxydiethoxyethyl methacrylate, HDEEMA)、甲基丙烯酸羟乙酯 (Methoxyethyl methacrylate, MEMA)、甲基丙烯酸甲氧基乙氧基乙酯 (Methoxyethoxyethyl methacrylate, MEEMA)、甲基丙烯酸甲氧基二乙氧基乙酯 (Methoxydiethoxyethyl methacrylate, MDMEEMA)、二甲基丙烯酸乙二醇酯 (Ethylene glycol dimethacrylate, EGDMA)、N-乙基-2-吡咯烷酮 (N-vinyl-2-pyrrolidone, NVP)、异丙基烯酰胺 (N-isopropyl AAm, NIPAAm)、压克力酸 (Acrylic acid, AA)、甲基丙烯酸 (Methyl acrylate acid, MAA)、甲基丙烯酸-2-羟丙酯 (N-(2-hydroxypropyl) methacrylamide, HPMA)、乙二醇 (Ethylene glycol, EG)、丙烯酸聚乙二醇酯 (PEG acrylate, PEGA)、聚甲基丙烯酸乙二醇酯 (PEG methacrylate, PEGMA)、二丙烯酸乙二醇酯 (PEG diacrylate, PEGDA)、聚乙二醇二甲基丙烯酸酯 (PEG dimethacrylate, PEGDMA)、 $\beta$ -(丙烯酸酰氧) 丙酸 ( $\beta$ -Carboxyethyl acrylate)、丙烯酸 2-(二甲氨基) 乙酯 (2-(Dimethylamino) ethyl acrylate)、丙烯酸甲氧基乙酯 (Ethylene glycol methyl ether acrylate)、丙烯酸乙氧乙酯 (2-Ethoxyethyl acrylate) 及其改质物、共聚物或其组合物。

[0014] 于本发明的一或多个实施例中,高含水率水胶层为物理性交联材料或化学性交联材料。

[0015] 于本发明的一或多个实施例中,疏水性多孔膜的材料包含聚四氟乙烯、聚丙烯、聚偏二氟乙烯、聚烯烃或其组合物。

[0016] 本发明所提供的复合膜藉由在疏水性多孔膜面对热端的表面加设一层高含水率水胶层。如此一来可以达到阻挡高温废水的界面活性粒子(团),避免膜孔润湿现象产生,使得膜蒸馏技术可以用于处理含有界面活性成分的废水。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明的复合膜一实施例应用时的剖面示意图;

[0018] 图2为使用传统不具有高含水率水胶层的多孔膜进行膜蒸馏的实验结果;

[0019] 图3至图5为使用传统不具有高含水率水胶层的多孔膜以及本发明的复合膜进行膜蒸馏的实验结果;

[0020] 图6与图7分别为本发明的复合膜应用于不同的污水处理的实验结果;

[0021] 图8至图11分别为应用本发明的不同的复合膜对污水处理的实验结果;其中,符号说明:

[0022] 100:复合膜                      110:疏水性多孔膜

[0023] 112:第一表面                    114:第二表面

[0024] 120:膜孔                         130:高含水率水胶层

[0025] 200:热端                        300:冷端

[0026] 400:界面活性粒子            410:亲水端

[0027] 420: 厌水端。

### 具体实施方式

[0028] 以下将以图式及详细说明清楚说明本发明的精神,任何所属技术领域中具有通常知识者在了解本发明的较佳实施例后,当可由本发明所教示的技术,加以改变及修饰,其并不脱离本发明的精神与范围。

[0029] 参照图1,其为本发明的复合膜一实施例应用时的剖面示意图。复合膜100包含有疏水性多孔膜110以及高含水率水胶层130。疏水性多孔膜110包含有相对的第一表面112以及第二表面114,第一表面112为对应于热端200,第二表面114为对应于冷端300。高含水率水胶层130设置在第一表面112上。

[0030] 疏水性多孔膜110具有多个膜孔120,膜孔120连通疏水性多孔膜110的第一表面112与第二表面114。热端200是指复合膜100两侧温度较高的一端,其可以为具有较高温度的废水或是海水等需要进行膜蒸馏处理的液体。冷端300则是复合膜100两侧温度较低的一端,热端200中的水气(体积微小的液态水)会穿过高含水率水胶层130后通过疏水性多孔膜110上的膜孔120到达冷端300后凝结为液体的水。

[0031] 由于热端200的废水中可能会包含有具有界面活性特性的粒子(以下简称界面活性粒子400),例如有机物质或是界面活性剂等。为了避免疏水性多孔膜110的膜孔120被具有界面活性粒子400的废水润湿,本实施例的复合膜100中的高含水率水胶层130的含水率(water content)较佳为大于30%,使得高温废水中的界面活性粒子400被高含水率水胶层130阻挡,而不会伴随水分子进入膜孔120而导致膜孔120润湿。

[0032] 此处所指的含水率的定义为:

$$\text{[0033] 含水率} = \frac{W_s - W_d}{W_s} \times 100\%$$

[0034] 其中 $W_s$ 代表润湿后的高含水率水胶层130重量, $W_d$ 代表干燥后的高含水率水胶层130重量。此处所指的润湿后的高含水率水胶层130的重量是将高含水率水胶层130浸泡于水中一段时间之后取出,并待高含水率水胶层130表面的水滴自然滴落之后所称得的重量,而干燥后的高含水率水胶层130的重量是指将高含水率水胶层130进行干燥处理一段时间之后,将其取出所量测得到的重量。

[0035] 复合膜100中的高含水率水胶层130可以使得高温废水中的界面活性粒子400被高含水率水胶层130阻挡,而不会伴随水分子进入膜孔120而导致膜孔120润湿。具体地说,界面活性粒子400具有亲水端410以及厌水端420。由于高含水率水胶层130具有相当高的含水率,至少须大于30%,使得高温废水中的界面活性粒子400的亲水端410附着于高含水率水胶层130中,而停留在高含水率水胶层130靠近热端200的表面处。如此一来,便可以解决高温废水因含有界面活性粒子400而难以被膜蒸馏技术处理的问题。

[0036] 疏水性多孔膜110的材料包含聚四氟乙烯(Polytetrafluoroethylene,PTFE)、聚丙烯(Polypropene,PP)、聚偏二氟乙烯(Polyvinylidene Fluoride,PVDF)、聚烯烃(Polyolefin)或其组合物。除此之外,疏水性多孔膜110也可以是聚四氟乙烯膜、聚丙烯拉伸膜、聚丙烯热致相变化膜、聚偏二氟乙烯膜或是其他的疏水性膜材。

[0037] 高含水率水胶层130的材料可以包含多醣类、蛋白质类、聚乙烯醇(Polyvinyl Alcohol,PVA)、聚乙二醇(Polyethylene Glycol,PEG)或聚氧化乙烯(Polyethylene Oxide,PEO)、压克力系、聚氨酯、纤维素、甲壳素、海藻酸及其改质物、共聚物或其组合物。

[0038] 高含水率水胶层130的多糖类的材料可以为卡德兰胶(curdlan)、琼脂糖(agarose)或洋菜胶(agar)。高含水率水胶层130的压克力系材料的单体为丙烯酸2羟乙酯(2-Hydroxyethyl acrylate,HEA)、甲基丙烯酸羟乙酯(Hydroxyethyl methacrylate,HEMA)、甲基丙烯酸羟基乙氧基乙酯(Hydroxyethoxyethyl methacrylate,HEEMA)、甲基丙烯酸甲基二乙氧基乙酯(Hydroxydiethoxyethyl methacrylate,HDEEMA)、甲基丙烯酸羟乙酯(Methoxyethyl methacrylate,MEMA)、甲基丙烯酸甲氧基乙氧基乙酯(Methoxyethoxyethyl methacrylate,MEEMA)、甲基丙烯酸甲氧基二乙氧基乙酯(Methoxydiethoxyethyl methacrylate,MDMEEMA)、二甲基丙烯酸乙二醇酯(Ethylene glycol dimethacrylate,EGDMA)、N-乙烯基-2-吡咯烷酮(N-vinyl-2-pyrrolidone,NVP)、异丙基烯酰胺(N-isopropyl AAm,NIPAAm)、压克力酸(Acrylic acid,AA)、甲基丙烯酸(Methyl acrylate acid,MAA)、甲基丙烯酰胺-2-羟丙酯(N-(2-hydroxypropyl) methacrylamide,HPMA)、乙二醇(Ethylene glycol,EG)、丙烯酸聚乙二醇酯(PEG acrylate,PEGA)、聚甲基丙烯酸乙二醇酯(PEG methacrylate,PEGMA)、二丙烯酸乙二醇酯(PEG diacrylate,PEGDA)、聚乙二醇二甲基丙烯酸酯(PEG dimethacrylate,PEGDMA)、 $\beta$ -(丙烯酰氧)丙酸( $\beta$ -Carboxyethyl acrylate)、丙烯酸2-(二甲胺基)乙酯(2-(Dimethylamino)ethyl acrylate)、丙烯酸甲氧基乙二酯(Ethylene glycol methyl ether acrylate)、丙烯酸乙氧乙酯(2-Ethoxyethyl acrylate)及其改质物、共聚物或其组合物。

[0039] 高含水率水胶层130的含水率需大于30%。高含水率水胶层130的含水率较佳地可以介于50%至90%之间。举例而言,高含水率水胶层130的含水率可以为50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%或90%。高含水率水胶层130的材料可以为多孔性膜或为非多孔性膜。高含水率水胶层130的网目尺寸(mesh size)需小于10微米( $\mu\text{m}$ ),即高含水率水胶层130的孔径介于0.001微米至10微米( $\mu\text{m}$ )之间,以避免水团直接通过疏水性多孔膜110的膜孔120。

[0040] 高含水率水胶层130可以为使用物理性交联(如热处理或冷冻处理)的材料或使用化学性交联(如交联剂)的材料。

[0041] 界面活性粒子400对于使用膜蒸馏操作时的影响可以参照图2至图5。图2至图5中冷端冷水的温度约为摄氏21度,热端热水的温度约为摄氏60度,热端热水的流量约为2L/min,冷端冷水的流量约为2L/min,热端热水中放入的电解质的成分为氯化钠,其初始导电率约为1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。图2至图5中空心的点表示膜通量(对应于左边的纵坐标),实心的点表示导电率(对应于右边的纵坐标),横轴表示操作时间。

[0042] 图2为使用传统不具有高含水率水胶层的多孔膜进行膜蒸馏的实验结果,图2中所使用的膜材为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu\text{m}$ ),其孔径为0.2微米,其中水样1为加入聚酯纤维(polyester,PE)布料用的均染剂,水样2为加入十二烷基硫酸钠(SDS),水样3为加入聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween20),水样4为加入聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 85),水样5为加入尼龙(nylon)布料用的均染剂。

[0043] 从图中的测试结果可以得知,在通过传统的膜蒸馏技术处理具有界面活性成分的热端热水,如水样3与水样4时,薄膜中的膜孔很快就会被润湿,而使薄膜无法继续使用。

[0044] 图3至图4的比较例与实验例分别为使用传统不包含高含水率水胶层的多孔膜(比较例),以及含有高含水率水胶层的复合膜进行膜蒸馏(实验例)的实验结果。

[0045] 图3中,比较例所使用的膜材为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu\text{m}$ ),其孔径为0.2微米,实验例所使用的复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu\text{m}$ ),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为6.0wt%的琼脂糖,其网目尺寸约为192纳米,其含水率约为94%,其厚度约为200微米。比较例与实验例的热水水样均加入均染剂聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20),浓度为10mg/L。从图3的实验结果可以得知,在经过一段时间的测试之后,比较例在冷端所量测的膜通量及导电率均有明显地变化,实验例在冷端所量测的膜通量及导电率无明显变化。

[0046] 图4中,比较例所使用的膜材为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu\text{m}$ ),其孔径为0.2微米,实验例所使用的复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu\text{m}$ ),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为6.0wt%的琼脂糖,其网目尺寸约为192纳米,其含水率约为94%,其厚度约为200微米。比较例与实验例的热水水样均加入均染剂聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 85),浓度为10mg/L。从图4的实验结果可以得知,在经过一段时间的测试之后,比较例在冷端所量测的膜通量及导电率均有明显地变化,实验例在冷端所量测的膜通量及导电率无明显变化。

[0047] 图5中,比较例所使用的膜材为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu\text{m}$ ),其孔径为0.2微米,实验例所使用的复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu\text{m}$ ),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为6.0wt%的琼脂糖,其网目尺寸约为192纳米,其含水率约为94%,其厚度约为200微米。比较例1与实验例的热水水样均为纺织厂所排放的聚酯染整废水,其初始导电度为975 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ,而比较例2则是使用溶有氯化钠的热水(视为不具有界面活性成分的热水,其初始导电度为1400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ )。从图5的实验结果可以得知,在经过一段时间的测试之后,比较例1在冷端所量测的膜通量及导电率均有明显地变化,实验例以及比较例2在冷端所量测的膜通量及导电率无明显变化。

[0048] 接着请参照图6与图7,其分别为本发明的复合膜应用于不同的污水处理的实验结果。图6中,冷端冷水的温度约为摄氏21度,热端热水的温度约为摄氏60度,热端热水的流量约为2L/min,冷端冷水的流量约为2L/min,热端热水中放入的电解质的成分为氯化钠,其初始导电率约为1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,所使用的复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu\text{m}$ ),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为6.0wt%的琼脂糖,其网目尺寸约为192纳米,其含水率约为94%,其厚度约为200微米。图6中空心的点表示膜通量(对应于左边的纵座标),实心的点表示导电率(对应于右边的纵座标),横轴表示操作时间。图6中水样1的热端热水为加入10mg/L的聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween20),水样2的热端热水为加入100mg/L的聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween20)。

[0049] 根据实验的结果,在经过长时间的膜蒸馏处理之后,在冷端所量测到的膜通量以及导电率均无明显的上升,因此,本发明的复合膜可以应用于处理含有聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20)的废水。

[0050] 图7中,冷端冷水的温度约为摄氏21度,热端热水的温度约为摄氏60度,热端热水的流量约为2L/min,冷端冷水的流量约为2L/min,热端热水中放入的电解质的成分为氯化钠,其初始导电率约为1400 $\mu$ S/cm,所使用的复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu$ m),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为6.0wt%的琼脂糖,其网目尺寸约为192纳米,其含水率约为94%,其厚度约为200微米。图7中空心的点表示膜通量(对应于左边的纵坐标),实心的点表示导电率(对应于右边的纵坐标),横轴表示操作时间。图7中水样1的热端热水为加入500mg/L的十二烷基硫酸钠(SDS),水样2的热端热水为加入2000mg/L的十二烷基硫酸钠(SDS)。

[0051] 根据实验的结果,在经过长时间的膜蒸馏处理之后,在冷端所量测到的膜通量以及导电率均无明显的上升,因此,本发明的复合膜可以应用于处理含有十二烷基硫酸钠(SDS)的废水。

[0052] 接着,请参照图8至图11,其分别为本发明中使用不同材料组成的复合膜对污水处理的实验结果。如图8所示,空心的点表示膜通量(对应于左边的纵坐标),实心的点表示导电率(对应于右边的纵坐标),热端热水为加入300mg/L的聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20),热端热水的温度约为摄氏60度,热端热水的流量约为6L/min,冷端冷水的温度约为摄氏21度,冷端冷水的流量约为1L/min,热端热水中放入的电解质的成分为氯化钠,其初始导电率约为1400 $\mu$ S/cm。复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu$ m),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为4wt%的卡德兰胶,其网目尺寸为237纳米,其含水率为96%,其厚度为200微米。根据实验的结果,在经过长时间的膜蒸馏处理之后,在冷端所量测到的膜通量以及导电率均无明显的上升,因此,使用卡德兰胶作为高含水率水胶层的复合膜可以应用于处理含有聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20)的废水。

[0053] 如图9所示,空心的点表示膜通量(对应于左边的纵坐标),实心的点表示导电率(对应于右边的纵坐标),热端热水为加入300mg/L的聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20),热端热水的温度约为摄氏60度,热端热水的流量约为6L/min,冷端冷水的温度约为摄氏21度,冷端冷水的流量约为1L/min,热端热水中放入的电解质的成分为氯化钠,其初始导电率约为1400 $\mu$ S/cm。复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu$ m),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为10wt%的聚乙烯醇,其网目尺寸为147纳米,其含水率为75%,其厚度为50微米。根据实验的结果,在经过长时间的膜蒸馏处理之后,在冷端所量测到的膜通量以及导电率均无明显的上升,因此,使用聚乙烯醇作为高含水率水胶层的复合膜可以应用于处理含有聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20)的废水。

[0054] 如图10所示,空心的点表示膜通量(对应于左边的纵坐标),实心的点表示导电率(对应于右边的纵坐标),热端热水为加入300mg/L的聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20),热端热水的温度约为摄氏60度,热端热水的流量约为6L/min,冷端冷水的温度约为摄氏



氏21度,冷端冷水的流量约为1L/min,热端热水中放入的电解质的成分为氯化钠,其初始导电率约为1400 $\mu$ S/cm。复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu$ m),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为10wt%的聚乙烯醇与1wt%的聚乙二醇,其网目尺寸为140纳米,其含水率为75%,其厚度为50微米。根据实验的结果,在经过长时间的膜蒸馏处理之后,在冷端所量测到的膜通量以及导电率均无明显的上升,因此,使用聚乙烯醇与聚乙二醇作为高含水率水胶层的复合膜可以应用于处理含有聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20)的废水。

[0055] 如图11所示,空心的点表示膜通量(对应于左边的纵坐标),实心的点表示导电率(对应于右边的纵坐标),热端热水为加入300mg/L的聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20),热端热水的温度约为摄氏60度,热端热水的流量约为6L/min,冷端冷水的温度约为摄氏21度,冷端冷水的流量约为1L/min,热端热水中放入的电解质的成分为氯化钠,其初始导电率约为1400 $\mu$ S/cm。复合膜包含疏水性多孔膜与高含水率水胶层,其中的疏水性多孔膜的材料为聚四氟乙烯,其厚度为20微米( $\mu$ m),其孔径为0.2微米,高含水率水胶层的材料为重量百分浓度为22wt%的甲基丙烯酸羟乙酯,其网目尺寸为1.3纳米,其含水率为67%,其厚度为200微米。根据实验的结果,在经过长时间的膜蒸馏处理之后,在冷端所量测到的膜通量以及导电率均无明显的上升,因此,使用甲基丙烯酸羟乙酯作为高含水率水胶层的复合膜可以应用于处理含有聚氧乙烯山梨醇单月桂酸酯(Tween 20)的废水。

[0056] 当经过长时间的膜蒸馏后,例如150小时以上的膜蒸馏处理,复合膜难以避免的会有膜通量下降的问题出现。此时,可以使用水洗的方式处理复合膜,使其恢复原有的膜通量。此水洗的步骤包含有在不拆开机体的情况下使用大量的清水通过热端,以通过大量的清水带走复合膜在热端表面所累积的粒子。而在制备复合膜的过程中,亦可以通过湿冷藏的方式保存复合膜,以让复合膜的质地更为致密,具有更佳的隔离效果。当然使用者也可以选择在经过长时间的使用后直接更换复合膜。

[0057] 综上所述,本发明所提供的复合膜藉由在疏水性多孔膜面对热端的表面加设一层高含水率水胶层,如此一来可以达到阻挡高温废水的界面活性粒子,避免膜孔润湿现象产生,使得膜蒸馏技术可以用于处理含有界面活性成分的废水。

[0058] 虽然本发明已以实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明,任何熟习此技艺者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰,因此本发明的保护范围当视后附的权利要求书所界定的范围为准。

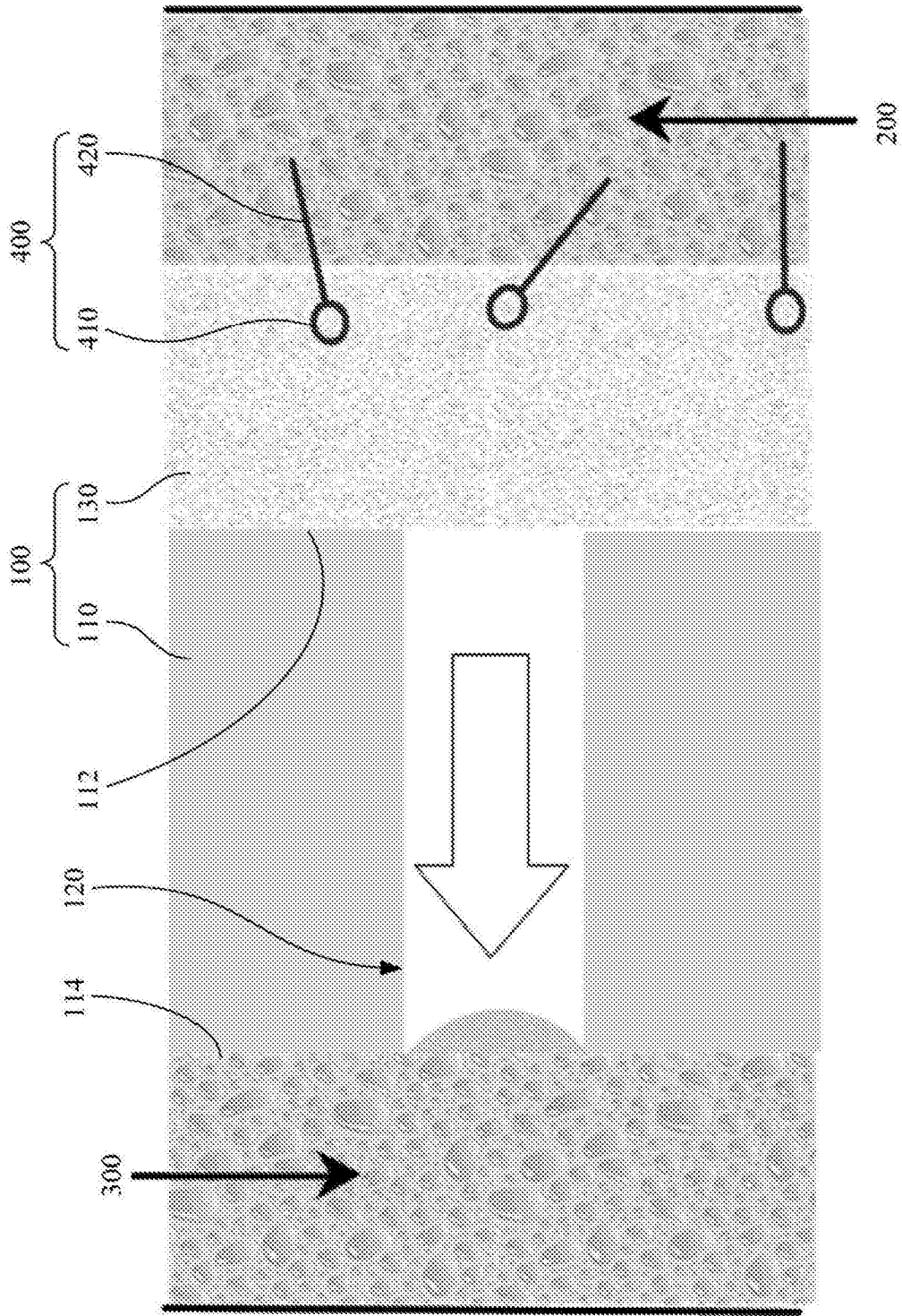


图1

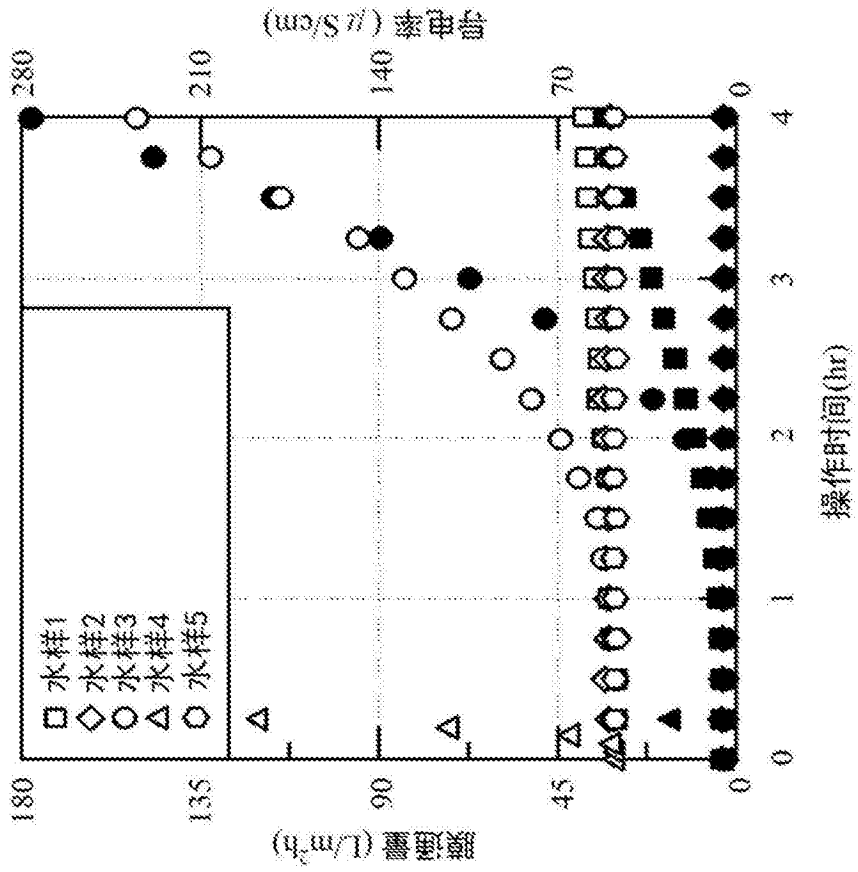


图2

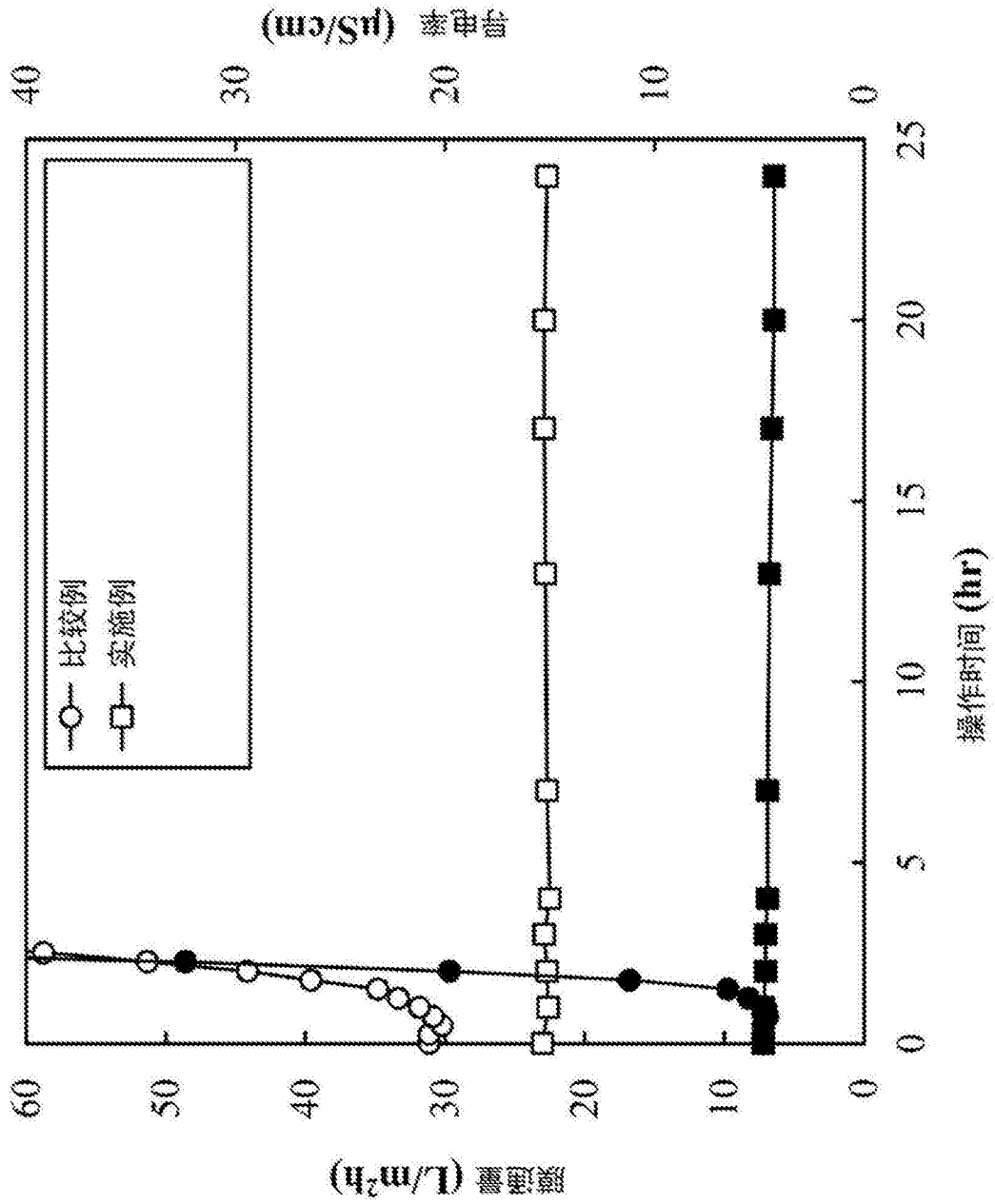


图3

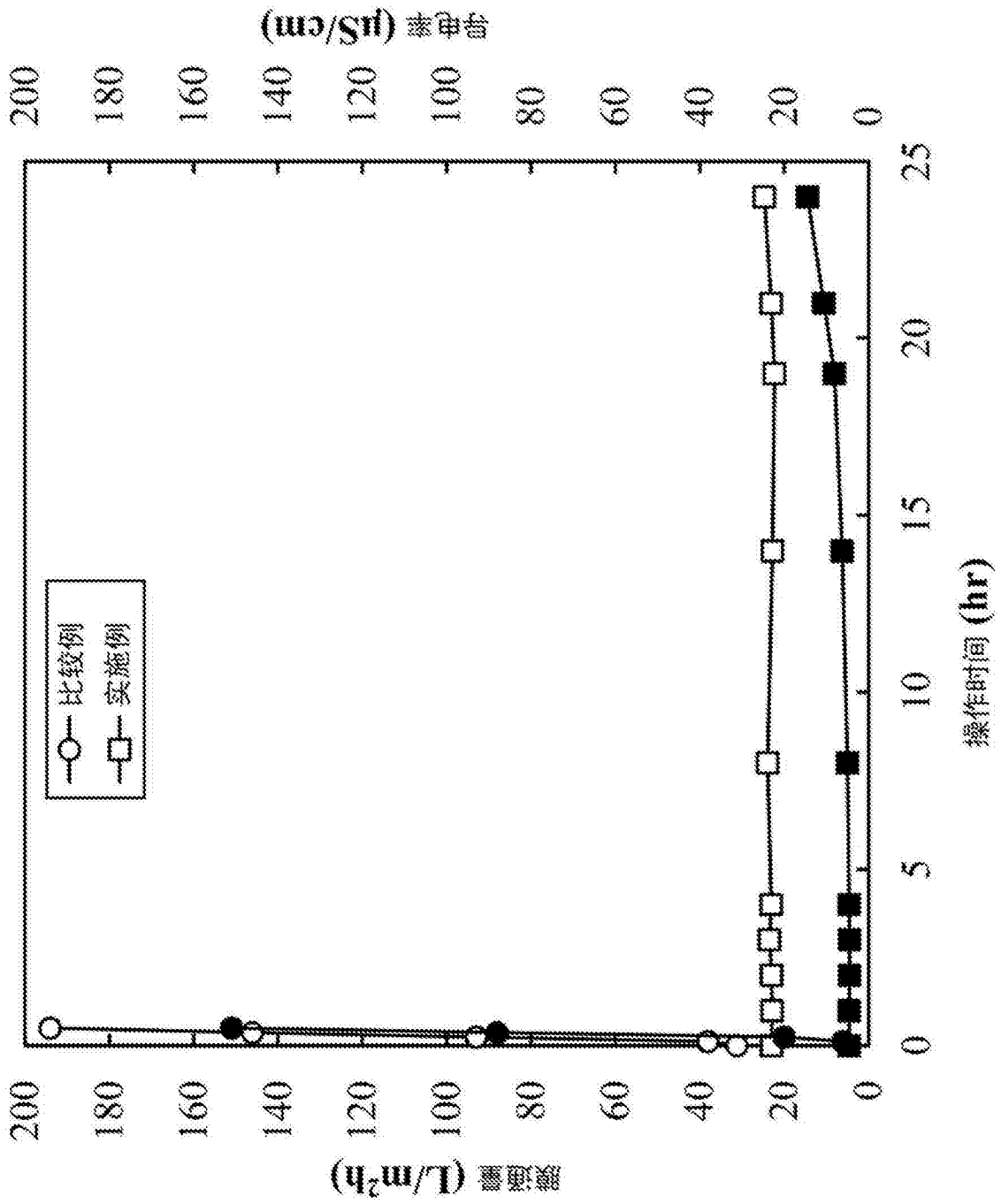


图4

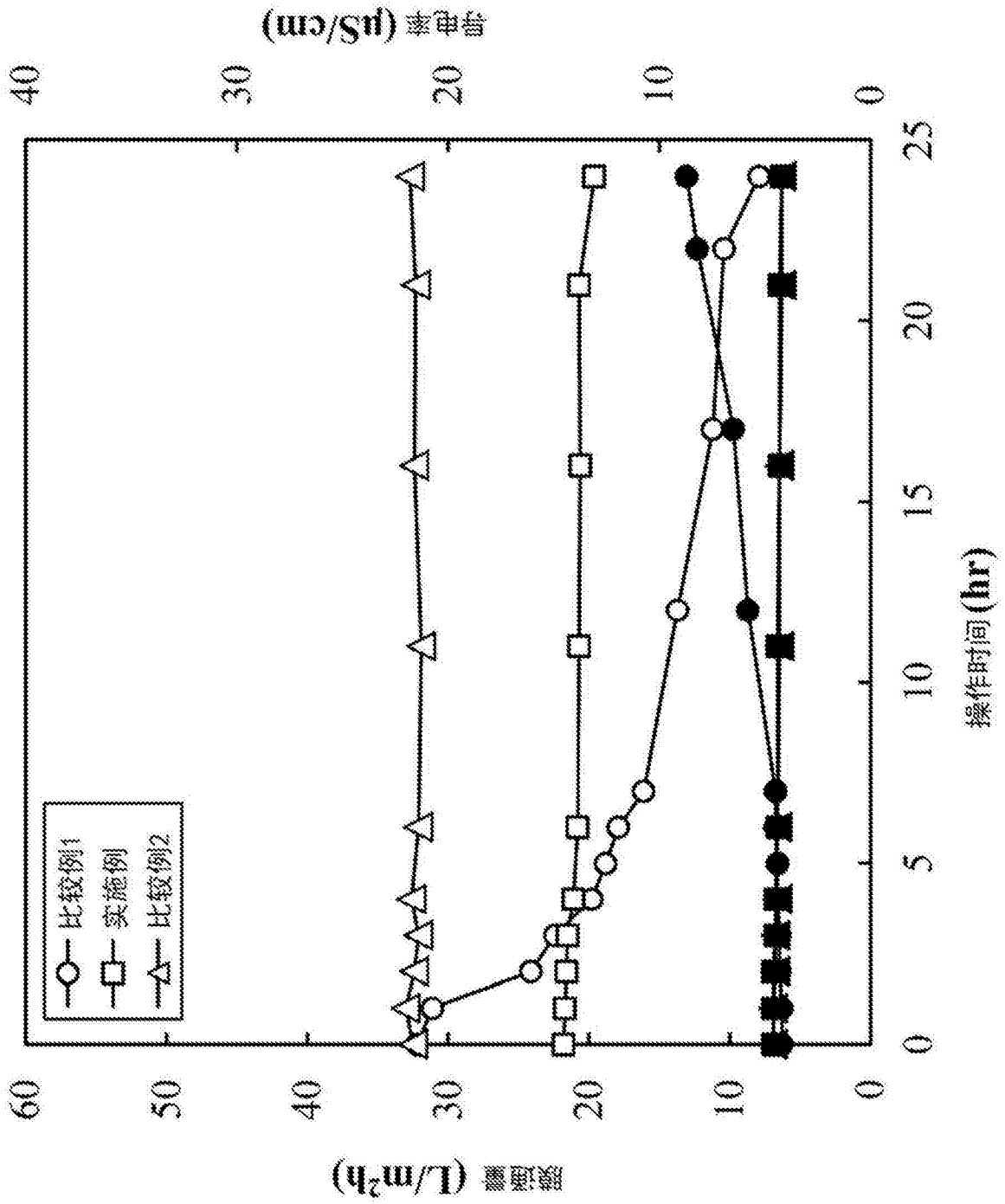


图5

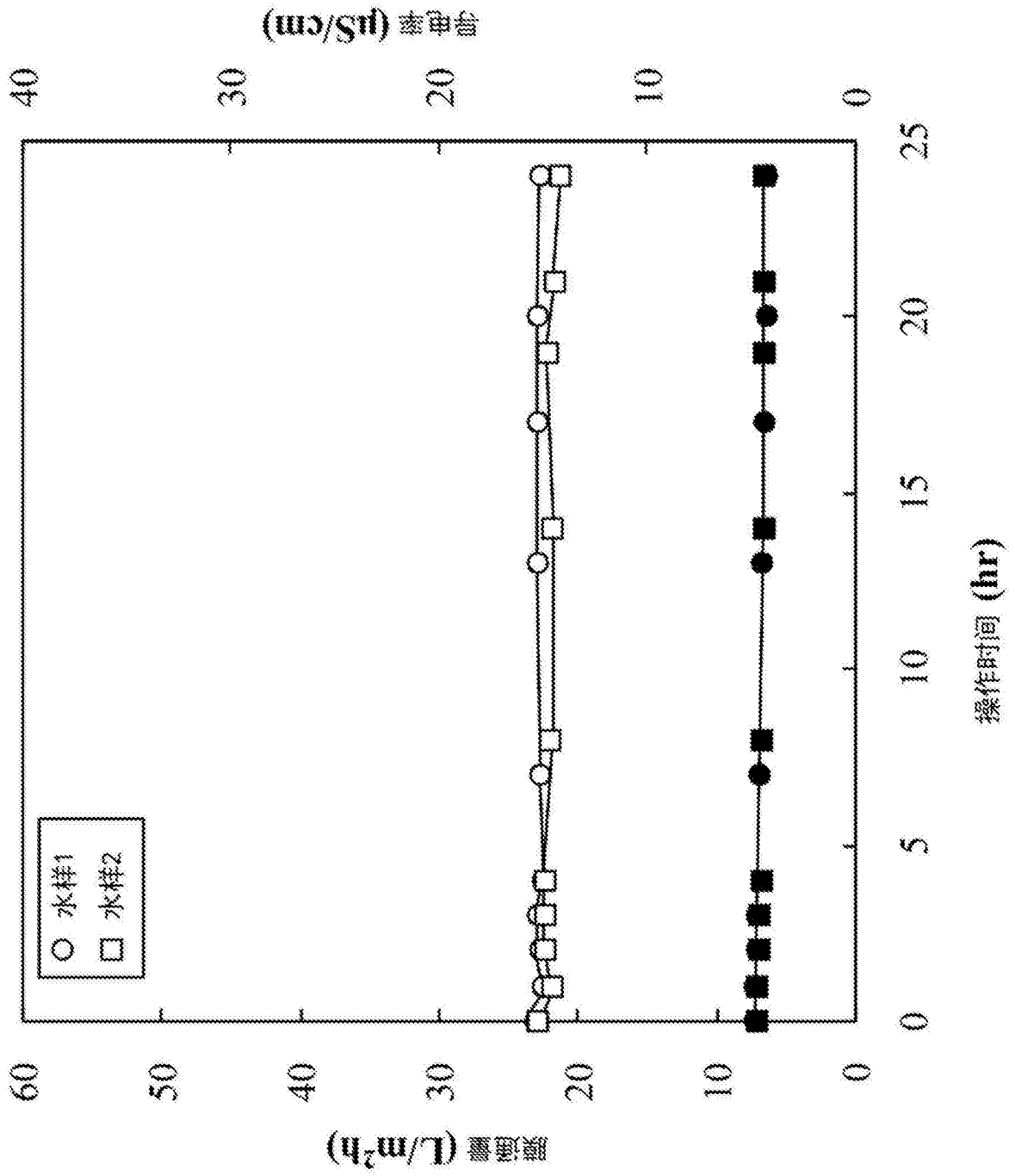


图6

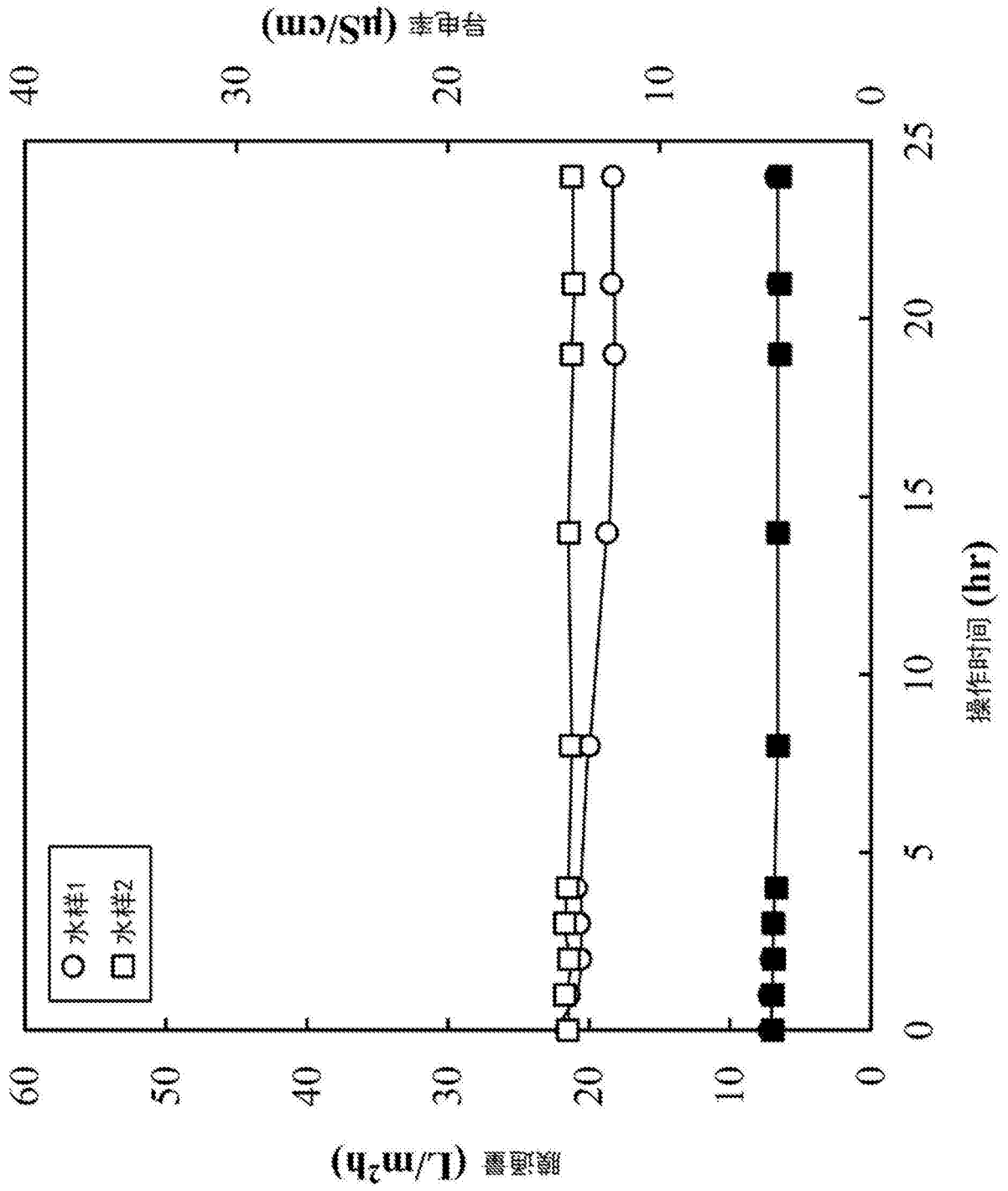


图7



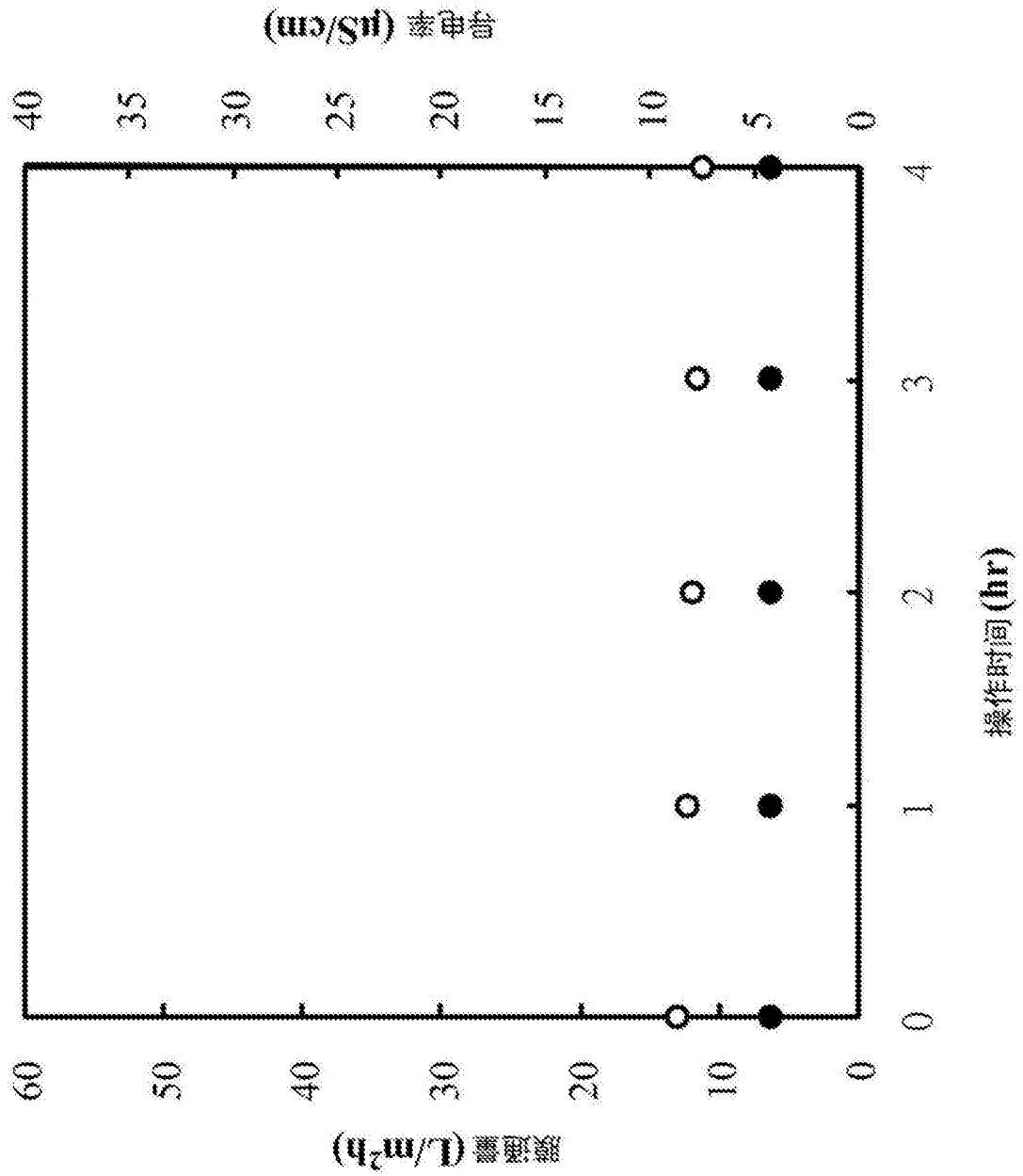


图8

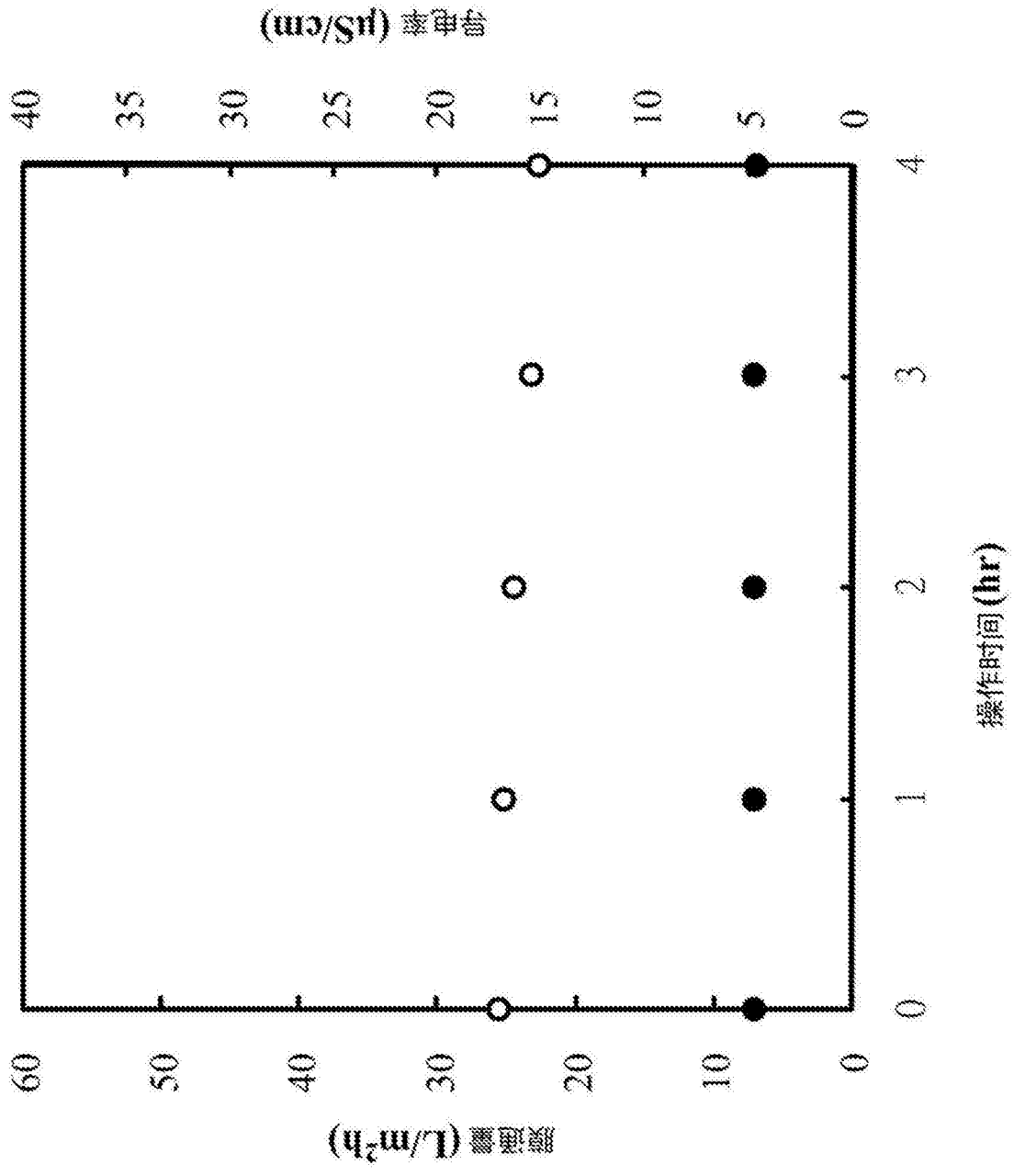


图9

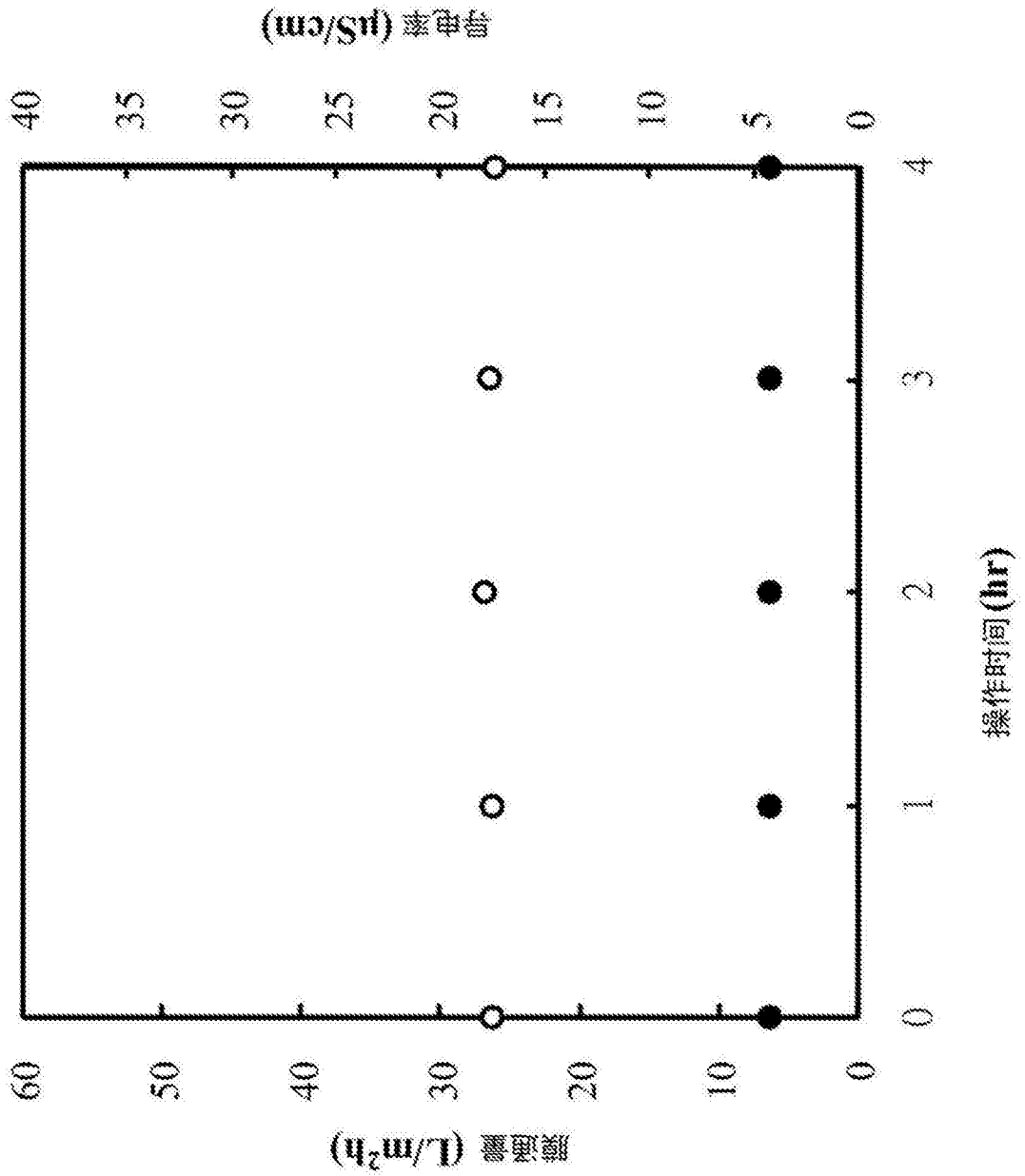


图10

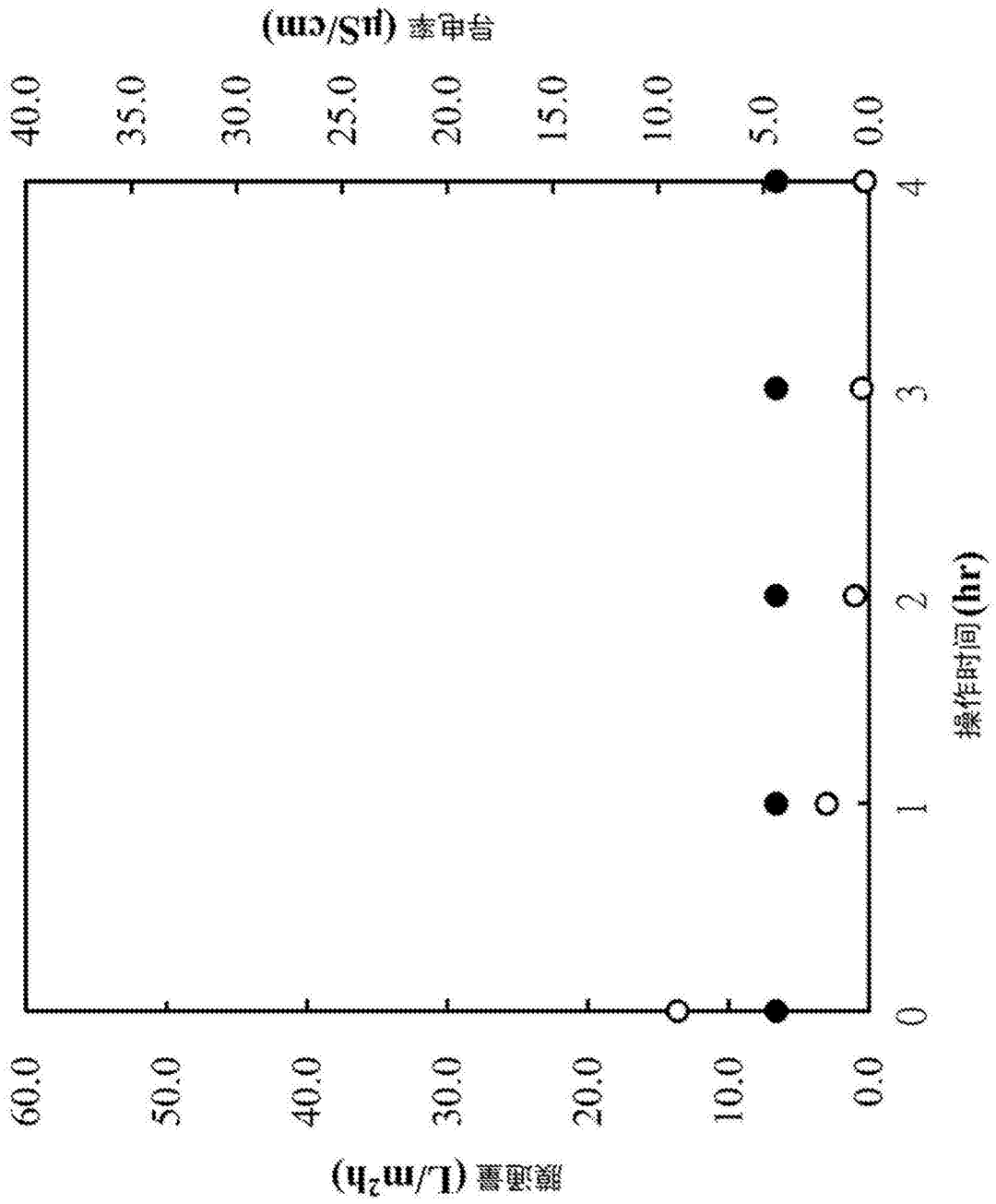


图11