



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113543753 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 19

(21) 申请号 201980093650.6
 (22) 申请日 2019.03.04
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 113543753 A
 (43) 申请公布日 2021.10.22
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2021.09.03
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2019/008475 2019.03.04
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02020/178964 JA 2020.09.10
 (73) 专利权人 国立大学法人东北大学
 地址 日本宫城县
 (72) 发明人 西泽松彦 吉田昭太郎 草间慎也
 (74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理
 有限责任公司 11204
 专利代理师 王达佐 洪欣

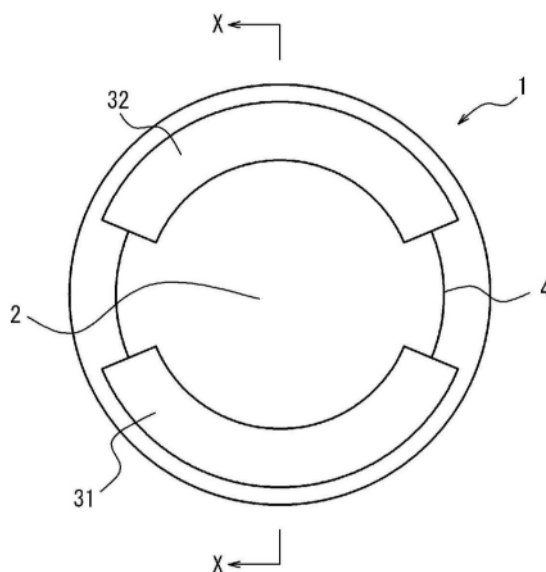
(51) Int.Cl.
 A61F 9/007 (2006.01)
 A61F 2/16 (2006.01)
 G02C 7/04 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 102341146 A, 2012.02.01
 CN 103197437 A, 2013.07.10
 CN 103733121 A, 2014.04.16
 CN 105051590 A, 2015.11.11
 CN 105390710 A, 2016.03.09
 CN 105722453 A, 2016.06.29
 CN 106999711 A, 2017.08.01
 CN 108292050 A, 2018.07.17
 CN 1180416 A, 1998.04.29
 JP 2016067401 A, 2016.05.09
 US 2018217402 A1, 2018.08.02
 WO 2018194079 A1, 2018.10.25
 审查员 张瑞娟
 权利要求书1页 说明书16页 附图11页

(54) 发明名称

眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法及眼用医疗器械

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种具有水分的吸收和排出能力的眼用医疗器械的水分吸收或排出方法以及眼用医疗器械。本发明的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,通过使用包括多个电极的眼用医疗器械来使所述医疗器械的内部和/或外部产生电渗流。



1. 一种隐形眼镜,其特征在於,其包括多个电极并且具有如下线段:所述线段是通过隐形眼镜表面中心并连接一端与另一端的沿着隐形眼镜表面的线段,在所述线段上仅存在一个正电极和一个负电极,相对于所述线段的全长100%而言,在从所述一端开始0~30%的任意的位罝设置所述正电极而在从所述另一端开始的0~30%的位罝的任意的位罝设置所述负电极;并且

在所述正电极和所述负电极之间能够产生电渗流。

2. 如权利要求1所述的隐形眼镜,其包括平台和以与所述平台接触的方式设置的多个电极并且在所述多个电极间产生电渗流。

3. 如权利要求1或2所述的隐形眼镜,其具有固定电荷。

4. 如权利要求3所述的隐形眼镜,其中,所述隐形眼镜的每单位质量的所述固定电荷的量为1C/g~200C/g。

5. 如权利要求1或2所述的隐形眼镜,其包含水凝胶材料。

6. 如权利要求5所述的隐形眼镜,其中,所述水凝胶材料是包含具有固定电荷的单体单元的高分子材料,

所述水凝胶材料中的具有所述固定电荷的单体单元的含量为0.1质量%~20.0质量%。

7. 如权利要求6所述的隐形眼镜,其中,具有所述固定电荷的单体单元包含从由磺酸基、羧基、磷酸基以及氨基构成的组中选择的至少一种。

8. 如权利要求6或7所述的隐形眼镜,其中,具有所述固定电荷的单体单元是甲基丙烯酸单元。

9. 如权利要求1或2所述的隐形眼镜,其中,所述多个电极设置于所述隐形眼镜的端部。

10. 如权利要求1或2所述的隐形眼镜,其中,所述多个电极构成金属/O₂电池。

11. 如权利要求1或2所述的隐形眼镜,其中,所述多个电极中的至少一个是承载有对氧化还原反应进行催化的酶的电极。

12. 如权利要求11所述的隐形眼镜,其中,所述酶包括从由胆红素氧化酶以及果糖脱氢酶构成的组中选择的至少一种。

13. 如权利要求3所述的隐形眼镜,其中,所述隐形眼镜的每单位质量的所述固定电荷的量为30C/g~100C/g。

眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法及眼用医疗器械

技术领域

[0001] 本发明涉及一种眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法以及眼用医疗器械。

背景技术

[0002] 泪液是包含脂质及电解质的稀水溶液(约98%的水分),通过眨眼从下眼睑里面的泪新月(有人称为“泪河”、“泪液凹面”)在眼球上形成约7 μm 的液膜从而保护眼球表面避开异物及感染等,并且承担向角膜供给氧气及营养。另外,为了得到清晰的视觉,需要向角膜结膜的表面充分地供给泪液。

[0003] 泪液不足导致的干眼症成为不适感造成的QOL(生活质量)的下降、眼球表面的炎症及损伤、视觉障碍的原因,近年来由于隐形眼镜的普及而存在增加的倾向。另外,以前隐形眼镜对于干眼症患者是禁忌的,但最近对于需要的患者即使是干眼症也存在开出隐形眼镜的处方的倾向。

[0004] 以往,作为对隐形眼镜赋予功能的尝试,已知有用于青光眼预防的眼压感测镜片(非专利文献1)、安装有利用泪液内糖分进行发电的生物电池的隐形眼镜(非专利文献2)等。

[0005] 现有技术文献

[0006] 非专利文献

[0007] 非专利文献1:Kim,J.et al.,Wearable smart sensor systems integrated on soft Contact lenses for wireless ocular diagnostics,Nature Communications,2017,8,1-8

[0008] 非专利文献2:Miniature Biofuel Cell as a potential power source for glucose-sensing contact lenses,M.Falk,V.Andoralov,M.Silow,M.D.Toscano,And S.Shleev,Anal.Chem.,2013,85,6342-8

发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 但是,在以往的隐形眼镜中,作为利用隐形眼镜本身来吸收泪液等水分的技术是不足的,现状是对隐形眼镜的水分吸收技术的开发、改善方面存在强烈需求。另外,还将进一步改善干眼症、眼压降低等眼病治疗等作为目的,也需求在隐形眼镜内含有药物等并排出包含药物的水溶液的方法。另外,除了隐形眼镜以外,对于用于眼压降低等眼病治疗的医疗器械、眼内镜等也需要具备调整水分的功能。

[0011] 因此,本发明的目的在于提供一种具有水分吸收能力及排出能力的眼用医疗器械的水分吸收或排出方法以及眼用医疗器械。

[0012] 用于解决问题的手段

[0013] 本发明包括如下所述的各项技术方案。

[0014] 项1.一种眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其特征在于,其通过使用包括

多个电极的眼用医疗器械来使所述眼用医疗器械的内部和/或外部产生电渗流。

[0015] 项2.如项1所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述眼用医疗器械是眼用镜片。

[0016] 项3.如项1或2所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述眼用医疗器械是隐形眼镜。

[0017] 项4.如项1至3中任一项所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其通过使用包括平台和以与所述平台接触的方式设置的多个电极的眼用医疗器械来使所述平台内产生电渗流。

[0018] 项5.如项1至4中任一项所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述眼用医疗器械具有固定电荷。

[0019] 项6.如项5所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述眼用医疗器械的每单位质量的所述固定电荷的量为 $1\text{C/g} \sim 200\text{C/g}$ 。

[0020] 项7.如项1至6中任一项所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述眼用医疗器械包含水凝胶材料。

[0021] 项8.如项7所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述水凝胶材料是包含具有所述固定电荷的单体单元的高分子材料,所述水凝胶材料中的具有所述固定电荷的单体单元的含量为 $0.1\text{质量}\% \sim 20.0\text{质量}\%$ 。

[0022] 项9.如项8所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中具有所述固定电荷的单体单元包含从由磺酸基、羧基、磷酸基以及氨基构成的组中选择的至少一种。

[0023] 项10.如项8或9所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中具有所述固定电荷的单体单元是甲基丙烯酸单元。

[0024] 项11.如项1至10中任一项所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述多个电极设置于所述眼用医疗器械的端部。

[0025] 项12.如项1至11中任一项所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述多个电极构成金属/ O_2 电池。

[0026] 项13.如项1至12中任一项所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述多个电极中的至少一个是承载有对氧化还原反应进行催化的酶的电极。

[0027] 项14.如项13所述的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法,其中所述酶包含从由胆红素氧化酶以及果糖脱氢酶构成的组中选择的至少一种。

[0028] 项15.一种眼用医疗器械,其特征在于,其包括多个电极并且产生电渗流。

[0029] 项16.如项15所述的眼用医疗器械,其是眼用镜片。

[0030] 项17.如项15或16所述的眼用医疗器械,其是隐形眼镜。

[0031] 项18.如项15至17中任一项所述的眼用医疗器械,其包括平台和以与所述平台接触的方式设置的多个电极并且在所述多个电极间产生电渗流。

[0032] 项19.如项15至18中任一项所述的眼用医疗器械,其具有固定电荷。

[0033] 项20.如项19所述的眼用医疗器械,其中所述眼用医疗器械的每单位质量的所述固定电荷的量为 $1\text{C/g} \sim 200\text{C/g}$ 。

[0034] 项21.如项15至20中任一项所述的眼用医疗器械,其包含水凝胶材料。

[0035] 项22.如项21所述的眼用医疗器械,其中所述水凝胶材料是包含具有所述固定电

荷的单体单元的高分子材料,所述水凝胶材料中的具有所述固定电荷的单体单元的含量为0.1质量%~20.0质量%。

[0036] 项23.如项22所述的眼用医疗器械,其中具有所述固定电荷的单体单元包含从由磺酸基、羧基、磷酸基以及氨基构成的组中选择的至少一种。

[0037] 项24.如项22或23所述的眼用医疗器械,其中具有所述固定电荷的单体单元是甲基丙烯酸单元。

[0038] 项25.如项15至24中任一项所述的眼用医疗器械,其中所述多个电极设置于所述眼用医疗器械的端部。

[0039] 项26.如项15至25中任一项所述的眼用医疗器械,其中所述多个电极构成金属/ O_2 电池。

[0040] 项27.如项15至26中任一项所述的眼用医疗器械,其中所述多个电极中的至少一个是承载有对氧化还原反应进行催化的酶的电极。

[0041] 项28.如项27所述的眼用医疗器械,其中所述酶包含从由胆红素氧化酶以及果糖脱氢酶构成的组中选择的至少一种。

[0042] 发明效果

[0043] 本发明的眼用医疗器械的水分吸收方法以及眼用医疗器械具有上述结构组成,因此具有水分吸收能力以及排出能力。

附图说明

[0044] 图1是示出本实施方式的隐形眼镜的一个例子的概略俯视图。另外,该图是省略了对镜片部分2及电极31、32进行覆盖的外部覆盖层5的图。

[0045] 图2是图1的X-X剖视图;该图也记载了在图1中省略的外部覆盖层5。

[0046] 图3是示出本实施方式的隐形眼镜的其它例子的概略剖视图。

[0047] 图4是示出本实施方式的隐形眼镜的其它例子的概略剖视图。

[0048] 图5A是示出实施例1的自然干燥时的重量变化的结果的图。

[0049] 图5B是示出实施例1的自然干燥时的电阻变化的结果的图。

[0050] 图5C是示出实施例1的含水量与电阻的关系的图。

[0051] 图5D是示出实施例1的含水量与电导率的关系的图。

[0052] 图6是示出实施例2的结果的图;该图是甲基丙烯酸的添加量不同的成型片的水分含量与电导率的关系。

[0053] 图7A是说明实施例3的试验的实验体系的图。

[0054] 图7B是说明实施例3的试验的实验体系的图。

[0055] 图7C是示出实施例3的结果的图;该图是按自然干燥、朝上的电渗流(0.2mA)、朝下的电渗流(-0.2mA)的顺序产生电渗流并调查了电导率的变化结果。

[0056] 图8A是说明用于实施例4的试验的实验体系的图。

[0057] 图8B是在实施例4中通过观察微粒子的移动而确认了在水凝胶片内部产生了电渗流的结果。

[0058] 图9A是说明用于实施例5(基于外部电源的通电)的试验的实验体系的图。

[0059] 图9B是实施例5(基于外部电源的通电)的电导率的测量结果。

- [0060] 图10A是说明用于实施例5(基于Al/O₂电池的通电)的试验的实验体系的图。
- [0061] 图10B是实施例5(基于Al/O₂电池的通电)的电导率的测量结果。
- [0062] 图11A是说明用于实施例5(基于生物电池的通电)的试验的实验体系的图。
- [0063] 图11B是实施例5(基于生物电池的通电)的电导率的测量结果。

具体实施方式

[0064] 下面,对用于实施本发明的方式(以下简称为“本实施方式”)的隐形眼镜的水分的吸收或排出方法、隐形眼镜具体地进行说明。本发明不限于以下的记载,在本发明的主旨的范围内可以变形并实施。

[0065] 本实施方式的眼用医疗器械的水分的吸收或排出方法使用包括多个电极的眼用医疗器械,使上述眼用医疗器械的内部或/和外部产生电渗流。

[0066] [眼用医疗器械]

[0067] 本实施方式的眼用医疗器械包括多个电极,能够产生电渗流。上述眼用医疗器械例如优选为包括平台和以与上述平台接触的方式设置的多个电极并且在上述多个电极间产生电渗流的医疗器械。例如,在眼用医疗器械中设置多个电极(例如一方的电极以及另一方的电极),能够在医疗器械的内部和/或外部从一方的电极朝向另一方的电极产生电渗流。

[0068] 例如,在眼用医疗器械的外表面具有正电荷的情况下,眼用医疗器械周围的水溶液中的带负电荷的离子被拉拽于正电极,眼用医疗器械外表面附近的水溶液整体产生向正电极方向流动的电渗流。由此,能够在眼用医疗器械表面保持水分,能够从眼用医疗器械的一方的电极朝向另一方的电极移动水溶液。

[0069] 另外,在眼用医疗器械在多孔体等的内部具有当作流道的空洞的情况下,通过对内部的流道表面赋予正电荷,眼用医疗器械内部的水溶液中的带负电荷的离子被拉拽于正电极,眼用医疗器械内部的水溶液整体产生向正电极方向流动的电渗流。由此,能够将水分取入眼用医疗器械内部,能够将眼用医疗器械内部的水分向外部排出。

[0070] 作为上述眼用医疗器械,可以举出用于MIGS(微创青光眼手术)等的眼用支架、眼镜、隐形眼镜、眼内镜、眼内隐形眼镜等眼用镜片等用于眼病预防、治疗的器械,优选为眼用镜片,更优选为隐形眼镜。

[0071] 上述眼用医疗器械具有固定电荷。从作为眼用医疗器械得到适度流速的电渗流的观点出发,优选上述固定电荷的上述眼用医疗器械的每单位质量的量为1C/g~200C/g。

[0072] 优选上述眼用医疗器械包含水凝胶材料,从作为眼用医疗器械得到适度流速的电渗流的观点出发,更优选为上述水凝胶材料是包含具有上述固定电荷的单体单元的高分子材料并且上述水凝胶材料中的具有上述固定电荷的单体单元的含量为0.1质量%~20.0质量%。

[0073] 从作为眼用医疗器械得到适度流速的电渗流的观点出发,优选具有上述固定电荷的单体单元是具有从由磺酸基、羧基、磷酸基以及氨基构成的组中选择的至少一种基团的单体单元,更优选为甲基丙烯酸单元。

[0074] 从能够以遍及整个医疗器械的方式产生电渗流的观点出发,优选上述多个电极设置在上述医疗器械的端部。

[0075] 优选上述多个电极构成金属/ O_2 电池。另外,从生物体适合性优异的观点出发,优选为多个电极中的至少一个是承载有对氧化还原反应进行催化的酶的电极;并且从适合作为眼用医疗器械的用途的观点出发,更优选为上述酶包含从由胆红素氧化酶以及果糖脱氢酶构成的组中选择的至少一种。

[0076] (隐形眼镜)

[0077] 作为本实施方式的眼用医疗器械的一个例子,对隐形眼镜进行如下说明。

[0078] 作为上述隐形眼镜,例如可以举出软性隐形眼镜、硬性隐形眼镜、软性/硬性混合隐形眼镜等。其中,优选为软性隐形眼镜。

[0079] 图1中示出本实施方式的隐形眼镜的一个例子。

[0080] 隐形眼镜1包括多个电极(一方的电极31、另一方的电极32),电极(31、32)与隐形眼镜1接触。通过对电极(31、32)施加电压,在隐形眼镜1中产生电渗流。优选为一方的电极31与另一方的电极32进行电连接(电气性连接),例如可以通过导电性部件4进行电连接。另外,在隐形眼镜中,优选上述平台是镜片部分2。

[0081] 伴随电渗流的产生,例如,隐形眼镜内包含的水分从一方的电极31向另一方的电极32方向流动。此时,从一方的电极31附近吸收隐形眼镜1周围的水分,从另一方的电极32附近排出隐形眼镜内的水分。

[0082] 本实施方式的隐形眼镜由于对隐形眼镜本身通电而产生电渗流,所以能够将泪液等取入隐形眼镜内,能够长期间佩戴,隐形眼镜的使用体验也优异。另外,能够预防和改善干眼症。

[0083] 优选上述隐形眼镜包含水凝胶材料。水凝胶材料是指通过分散到水分(分散介质)中而形成水凝胶的材料。上述隐形眼镜可以仅由电极以及水凝胶材料构成。

[0084] 优选上述隐形眼镜具有固定电荷,更优选上述隐形眼镜中包含的上述水凝胶材料具有固定电荷。

[0085] 另外,“固定电荷”是指固定存在于眼用医疗器械(例如隐形眼镜的多孔材料)范围内的电荷,不包括流入隐形眼镜或从隐形眼镜流出的物质具备的电荷。

[0086] 另外,“具有固定电荷”的意思是指隐形眼镜等眼用医疗器械的每单位质量的量按镜片整体的平均计为1C/g以上。

[0087] 优选上述隐形眼镜包括电极以及具有作为镜片的功能的镜片部分2。优选上述镜片部分由水凝胶材料构成。

[0088] 作为上述水凝胶材料,例如可以举出:琼脂、明胶、琼脂糖、黄原胶、胶凝糖胶、小核菌胶、阿拉伯树胶、黄芪胶、卡拉牙胶、纤维素胶、罗望子胶、瓜尔豆胶、槐树豆胶、葡甘露聚糖、壳聚糖、卡拉胶、椴籽提取物、半乳聚糖、甘露聚糖、淀粉、糊精、凝胶多糖、酪蛋白、果胶、胶原蛋白、纤维蛋白、肽、软骨素硫酸钠等软骨素硫酸盐、透明质酸(黏多糖类)及透明质酸钠等透明质酸盐、海藻酸、海藻酸钠及海藻酸钙等海藻酸盐以及它们的衍生物等天然高分子;甲基纤维素,羟甲基纤维素、羟乙基纤维素、羟丙基纤维素、羟基丙基甲基纤维素、羧基甲基纤维素等纤维素衍生物以及它们的盐;聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、丙烯酸·甲基丙烯酸烷基共聚物等聚(甲基)丙烯酸类以及它们的盐;聚乙烯醇、聚乙二醇二(甲基)丙烯酸酯的聚合物(PPEGDA、PPEGDM)、聚羟基乙基甲基丙烯酸酯等包含来源于羟基乙基甲基丙烯酸酯的构成单元的均聚物或共聚物、聚丙烯酰胺、聚(N-异丙基丙烯酰胺)、聚2-丙烯酰胺-2-

甲基丙烷磺酸、聚(N-异丙基丙烯酰胺)、包含来源于二甲基丙烯酰胺的构成单元的均聚物或共聚物、包含来源于乙烯基吡咯烷酮的构成单元的均聚物或共聚物、包含来源于二甲基丙烯酰胺的构成单元的共聚物、聚苯乙烯磺酸、聚乙二醇、羧基乙烯聚合物、烷基改性羧基乙烯聚合物、马来酸酐共聚物、聚环氧烷系树脂、聚(甲基乙烯基醚-交替-马来酸酐)与聚乙二醇的交联物、聚乙二醇交联物、N-乙烯基乙酰胺交联物、丙烯酰胺交联物、淀粉·丙烯酸盐接枝共聚物交联物等合成高分子；硅酮；互穿网络结构水凝胶以及半互穿网络结构水凝胶(DN水凝胶)；它们的两种以上的混合物等。

[0089] 另外,从提高氧气透过性的观点出发,优选上述水凝胶材料包含具有硅酮链的单体单元。作为具有上述硅酮链的单体,例如可以举出:三甲基硅氧基二甲基硅烷基甲基(甲基)丙烯酸酯、三甲基硅氧基二甲基硅烷基丙基(甲基)丙烯酸酯、甲基二(三甲基硅氧基)硅烷基丙基(甲基)丙烯酸酯、三(三甲基硅氧基)硅烷基丙基(甲基)丙烯酸酯、单[甲基二(三甲基硅氧基)硅氧基]二(三甲基硅氧基)硅烷基丙基(甲基)丙烯酸酯、三[甲基二(三甲基硅氧基)硅氧基]硅烷基丙基(甲基)丙烯酸酯、甲基二(三甲基硅氧基)硅烷基丙基甘油基(甲基)丙烯酸酯、三(三甲基硅氧基)硅烷基丙基甘油基(甲基)丙烯酸酯、单[甲基二(三甲基硅氧基)硅氧基]二(三甲基硅氧基)硅烷基丙基甘油基(甲基)丙烯酸酯、三甲基硅烷基乙基四甲基二硅氧基丙基甘油基(甲基)丙烯酸酯、三甲基硅烷基甲基(甲基)丙烯酸酯、三甲基硅烷基丙基(甲基)丙烯酸酯、三甲基硅烷基丙基甘油基(甲基)丙烯酸酯、三甲基硅氧基二甲基硅烷基丙基甘油基(甲基)丙烯酸酯、甲基二(三甲基硅氧基)硅烷基乙基四甲基二硅氧基甲基(甲基)丙烯酸酯、四甲基三异丙基环四硅氧烷基丙基(甲基)丙烯酸酯、四甲基三异丙基环四硅氧基二(三甲基硅氧基)硅烷基丙基(甲基)丙烯酸酯等含硅的烷基(甲基)丙烯酸酯;三(三甲基硅氧基)硅烷基苯乙烯、二(三甲基硅氧基)甲基硅烷基苯乙烯、(三甲基硅氧基)二甲基硅烷基苯乙烯、三(三甲基硅氧基)硅氧基二甲基硅烷基苯乙烯、[二(三甲基硅氧基)甲基硅氧基]二甲基硅烷基苯乙烯、(三甲基硅氧基)二甲基硅烷基苯乙烯、七甲基三硅氧烷基苯乙烯、九甲基四硅氧烷基苯乙烯、十五甲基七硅氧烷基苯乙烯、二十一甲基十硅氧烷基苯乙烯、二十七甲基三十硅氧烷基苯乙烯、三十一甲基十五硅氧烷基苯乙烯、三甲基硅氧基五甲基二硅氧基甲基硅烷基苯乙烯、三(五甲基二硅氧基)硅烷基苯乙烯、三(三甲基硅氧基)硅氧基二(三甲基硅氧基)硅烷基苯乙烯、二(七甲基三硅氧基)甲基硅烷基苯乙烯、三[甲基二(三甲基硅氧基)硅氧基]硅烷基苯乙烯、三甲基硅氧基二[三(三甲基硅氧基)硅氧基]硅烷基苯乙烯、七(三甲基硅氧基)三硅烷基苯乙烯、九甲基四硅氧基十一甲基五硅氧基甲基硅烷基苯乙烯、三[三(三甲基硅氧基)硅氧基]硅烷基苯乙烯、(三三甲基硅氧基六甲基)四硅氧基[三(三甲基硅氧基)硅氧基]三甲基硅氧基硅烷基苯乙烯、九(三甲基硅氧基)四硅烷基苯乙烯,二(三十甲基六硅氧基)甲基硅烷基苯乙烯、七甲基环四硅氧烷基苯乙烯、七甲基环四硅氧基二(三甲基硅氧基)硅烷基苯乙烯、三丙基四甲基环四硅氧烷基苯乙烯、三甲基硅烷基苯乙烯等含硅的苯乙烯衍生物;二(3-(三甲基硅烷基)丙基)富马酸酯、二(3-(五甲基二硅氧烷基)丙基)富马酸酯、二(3-(1,3,3,3-四甲基-1-(三甲基硅烷基)氧基)二硅氧烷基)丙基)富马酸酯、二(三(三甲基硅氧基)硅烷基丙基)富马酸酯等含硅的富马酸二酯等。

[0090] 另外,从得到的聚合物具有高分子交联结构且物理强度优异的观点出发,上述水凝胶材料可以包含在两末端具有作为聚合性基团的乙烯性不饱和基团的单体单元。在上述

两末端具有作为聚合性基团的乙烯性不饱和基团的单体可以是附加来源于亲水性聚合物的结构的单体。作为来源于上述亲水性聚合物的结构,可以举出:聚乙二醇、聚丙二醇、聚乙烯醇、聚乙烯基吡咯烷酮、聚(甲基)丙烯酸、聚(甲基)丙烯酸盐、聚(2-羟基乙基(甲基)丙烯酸酯)、聚四氢呋喃、聚氧杂环丁烷、聚噁唑啉、聚二甲基丙烯酰胺、聚二乙基丙烯酰胺、聚(2-甲基丙烯酰氧基乙基磷酰胆碱)等。

[0091] 另外,上述水凝胶材料可以包含亲水性单体单元。作为上述亲水性单体,例如可以举出:(甲基)丙烯酰胺;2-羟基乙基(甲基)丙烯酸酯、羟基丙基(甲基)丙烯酸酯、羟基丁基(甲基)丙烯酸酯等羟基烷基(甲基)丙烯酸酯;2-二甲基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、2-丁基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯等(烷基)氨基烷基(甲基)丙烯酸酯;乙二醇单(甲基)丙烯酸酯、丙二醇单(甲基)丙烯酸酯等亚烷基二醇单(甲基)丙烯酸酯;聚乙二醇单(甲基)丙烯酸酯、聚丙二醇单(甲基)丙烯酸酯等聚亚烷基二醇单(甲基)丙烯酸酯;乙二醇烯丙基醚;乙二醇乙烯基醚;(甲基)丙烯酸;氨基苯乙烯;羟基苯乙烯;醋酸乙烯酯;缩水甘油基(甲基)丙烯酸酯;烯丙基缩水甘油醚;丙酸乙烯酯;N,N-二甲基甲基丙烯酰胺、N,N-二乙基甲基丙烯酰胺、N-(2-羟基乙基)甲基丙烯酰胺、N-异丙基甲基丙烯酰胺、甲基丙烯酰吗啡啉;N-乙基-2-吡咯烷酮、N-乙基-3-甲基-2-吡咯烷酮、N-乙基-4-甲基-2-吡咯烷酮、N-乙基-5-甲基-2-吡咯烷酮、N-乙基-6-甲基-2-吡咯烷酮、N-乙基-3-乙基-2-吡咯烷酮、N-乙基-4,5-二甲基-2-吡咯烷酮、N-乙基-5,5-二甲基-2-吡咯烷酮、N-乙基-3,3,5-三甲基-2-吡咯烷酮、N-乙基-2-哌啶酮、N-乙基-3-甲基-2-哌啶酮、N-乙基-4-甲基-2-哌啶酮、N-乙基-5-甲基-2-哌啶酮、N-乙基-6-甲基-2-哌啶酮、N-乙基-6-乙基-2-哌啶酮、N-乙基-3,5-二甲基-2-哌啶酮、N-乙基-4,4-二甲基-2-哌啶酮、N-乙基-2-己内酰胺、N-乙基-3-甲基-2-己内酰胺、N-乙基-4-甲基-2-己内酰胺、N-乙基-7-甲基-2-己内酰胺、N-乙基-7-乙基-2-己内酰胺、N-乙基-3,5-二甲基-2-己内酰胺、N-乙基-4,6-二甲基-2-己内酰胺、N-乙基-3,5,7-三甲基-2-己内酰胺等N-乙基内酰胺;N-乙基甲酰胺、N-乙基-N-甲基甲酰胺、N-乙基-N-乙基甲酰胺、N-乙基乙酰胺、N-乙基-N-甲基乙酰胺、N-乙基-N-乙基乙酰胺、N-乙基邻苯二甲酰亚胺等N-乙基酰胺;等等。

[0092] 另外,从调整隐形眼镜的硬度从而调整硬质性及软质性的观点出发,上述水凝胶材料可以包含来源于下述硬度调节单体的单元,所述硬度调节单体可举出:甲基(甲基)丙烯酸酯、乙基(甲基)丙烯酸酯、异丙基(甲基)丙烯酸酯、正丙基(甲基)丙烯酸酯、异丁基(甲基)丙烯酸酯、正丁基(甲基)丙烯酸酯、2-乙基己基(甲基)丙烯酸酯、正辛基(甲基)丙烯酸酯、正癸基(甲基)丙烯酸酯、正十二烷基(甲基)丙烯酸酯、叔丁基(甲基)丙烯酸酯、戊基(甲基)丙烯酸酯、叔戊基(甲基)丙烯酸酯、己基(甲基)丙烯酸酯、庚基(甲基)丙烯酸酯、壬基(甲基)丙烯酸酯、硬脂基(甲基)丙烯酸酯、环戊基(甲基)丙烯酸酯、环己基(甲基)丙烯酸酯等直链状、支链状或环状的烷基(甲基)丙烯酸酯;2-乙氧基乙基(甲基)丙烯酸酯、3-乙氧基丙基(甲基)丙烯酸酯、2-甲氧基乙基(甲基)丙烯酸酯、3-甲氧基丙基(甲基)丙烯酸酯等烷氧基烷基(甲基)丙烯酸酯;乙基硫基乙基(甲基)丙烯酸酯、甲基硫基乙基(甲基)丙烯酸酯等烷基硫基烷基(甲基)丙烯酸酯;苯乙烯; α -甲基苯乙烯;甲基苯乙烯、乙基苯乙烯、丙基苯乙烯、丁基苯乙烯、叔丁基苯乙烯、异丁基苯乙烯、戊基苯乙烯等烷基苯乙烯;甲基- α -甲基苯乙烯、乙基- α -甲基苯乙烯、丙基- α -甲基苯乙烯、丁基- α -甲基苯乙烯、叔丁基- α -甲基苯乙烯、异丁基- α -甲基苯乙烯、戊基- α -甲基苯乙烯等烷基- α -甲基苯乙烯;等等。相对于水凝

胶材料100质量%，上述硬度调节单体单元优选为1~30质量%，更优选为3~20质量%。

[0093] 其中，从适合隐形眼镜用途的观点出发，优选为包含来源于羟基乙基甲基丙烯酸酯的构成单元的共聚物、包含来源于乙烯基吡咯烷酮的构成单元的共聚物、包含来源于二甲基丙烯酰胺的构成单元的共聚物、聚乙烯醇，从得到具有特别适合隐形眼镜的水分吸收以及排出的孔的水凝胶材料的观点出发，更优选在构成单元中包含羟基乙基甲基丙烯酸酯的共聚物。

[0094] 这些物质既可以单独使用一种也可以组合使用两种以上。

[0095] 作为具有上述固定电荷的水凝胶材料，可以举出将具有固定电荷的官能团导入不具有固定电荷的水凝胶材料得到的凝胶材料、作为包含具有固定电荷的单体单元的高分子(聚合物)的凝胶材料等，其中，优选作为包含具有固定电荷的单体单元的高分子(聚合物)的凝胶材料，更优选非带电性单体与具有固定电荷的单体得到的共聚物。对于上述固定电荷而言，只要正电荷或负电荷中的一方的电荷量多则可以正电荷和/或负电荷的任一者，但优选为正电荷或负电荷中的任一者。

[0096] 作为具有上述固定电荷的单体单元，优选具有负电荷的单体单元，更优选为包含从由磺酸基、羧基、磷酸基以及氨基构成的组中选择的至少一种的单体或来源于它们的盐的单元，从得到适合隐形眼镜用途的电渗流观点出发，进一步优选为包含磺酸基或羧基的单体或来源于它们的盐的单元，特别优选为包含羧基的单体或来源于其盐的单元。

[0097] 具有上述固定电荷的单体单元优选具有从由磺酸基、羧基、磷酸基以及氨基构成的组中选择的至少一种的单体单元，更优选具有磺酸基或羧基的单体单元，进一步优选具有羧基的单体单元。

[0098] 作为上述非带电性单体，例如可以举出羟基乙基甲基丙烯酸酯、乙二醇二丙烯酸酯、甲基甲基丙烯酸酯、N-乙烯基吡咯烷酮、二甲基丙烯酰胺、甘油甲基丙烯酸酯、乙烯醇等。

[0099] 上述非带电性单体可以使用一种或混合使用两种以上。

[0100] 从使隐形眼镜得到更优异的强度以及柔软性的观点出发，优选上述水凝胶材料的非带电性单体是羟基乙基甲基丙烯酸酯，相对于水凝胶材料100质量%，羟基乙基甲基丙烯酸酯单元的含量为78~93质量%。

[0101] 作为具有上述固定电荷的单体，例如可以举出：丙烯酸、甲基丙烯酸、衣康酸、琥珀酸1-(2-甲基丙烯酰氧基乙基)酯、 β -羧基乙基丙烯酸酯、衣康酸、马来酸、富马酸、巴豆酸、异巴豆酸等含羧基的单体；2-丙烯酰胺-2-甲基-丙烷磺酸、苯乙烯磺酸、乙烯磺酸、(甲基)丙烯磺酸、(甲基)丙烯酰胺丙烷磺酸、磺丙基(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酰基氧基萘磺酸等含磺酸基的单体；2-羟基乙基丙烯酰基磷酸酯等含磷酸基的单体；2-二甲基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、2-丁基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸氨基乙基酯等(烷基)氨基烷基(甲基)丙烯酸酯、氨基苯乙烯等含氨基的单体，等等；以及它们的盐。其中，从能够产生适合隐形眼镜用途的流速的电渗流的观点出发，优选为甲基丙烯酸、苯乙烯磺酸。

[0102] 具有上述固定电荷的单体可以使用一种或混合使用两种以上。

[0103] 从能够赋予在隐形眼镜内能够产生适度流速的电渗流的固定电荷并使隐形眼镜得到适度的强度以及柔软性的观点出发，相对于水凝胶材料100质量%，作为上述水凝胶材料中的具有固定电荷的单体单元的含量优选为0.1~20质量%，更优选为2~15质量%，进

一步优选为3~10质量%。

[0104] 例如通过向构成上述的水凝胶材料的单体以及包含具有上述固定电荷的单体等的单体混合液添加聚合引发剂、交联剂、聚合促进剂等进行聚合,能够得到上述水凝胶材料的聚合物。

[0105] 作为上述聚合引发剂可以使用:通常用作自由基聚合引发剂的过氧化月桂酰、过氧化氢异丙苯、过氧化苯甲酰等过氧化物,2,2'-偶氮二(2,4-二甲基戊腈)(V-65)等偶氮二戊腈、偶氮二异丁腈(AIBN)等。

[0106] 作为上述交联剂,可以举出:烯丙基甲基丙烯酸酯、乙烯基甲基丙烯酸酯、4-乙烯基苄基甲基丙烯酸酯、3-乙烯基苄基甲基丙烯酸酯、甲基丙烯酰氧基乙基丙烯酸酯、乙二醇二甲基丙烯酸酯、二乙二醇二甲基丙烯酸酯、二乙二醇二烯丙基醚、三乙二醇二甲基丙烯酸酯、四乙二醇二甲基丙烯酸酯、丙二醇二甲基丙烯酸酯、二丙二醇二甲基丙烯酸酯、丁二醇二甲基丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三甲基丙烯酸酯、2,2-二(对甲基丙烯酰氧基苯基)六氟丙烷、2,2-二(间甲基丙烯酰氧基苯基)六氟丙烷、2,2-二(邻甲基丙烯酰氧基苯基)六氟丙烷、2,2-二(对甲基丙烯酰氧基苯基)丙烷、2,2-二(间甲基丙烯酰氧基苯基)丙烷、2,2-二(邻甲基丙烯酰氧基苯基)丙烷、1,4-二(2-丙烯酰氧基六氟异丙基)苯、1,3-二(2-丙烯酰氧基六氟异丙基)苯、1,2-二(2-甲基丙烯酰氧基六氟异丙基)苯、1,4-二(2-甲基丙烯酰氧基异丙基)苯、1,3-二(2-甲基丙烯酰氧基异丙基)苯、1,2-二(2-甲基丙烯酰氧基异丙基)苯等。相对于用于聚合的单体的总量100质量份,上述交联剂优选为1质量份以下,更优选为0.8质量份以下,并且优选为0.05质量份以上,更优选为0.1质量份以上。

[0107] 水凝胶材料能够通过诸如下面的方法得到:将凝胶溶液固化的方法,将上述单体混合液放入金属、玻璃、塑料等隐形眼镜用成型模具中密封并且利用恒温槽等阶段性地或连续地在25~120℃的范围内升温且以5~120小时进行聚合的方法等。

[0108] 在聚合时,可以利用紫外线、电子线、伽马射线等。另外,也可以向上述单体混合液添加水、有机溶剂并应用溶液聚合。

[0109] 聚合结束后,冷却到室温,从成型模具取出得到的成型片,根据需要而进行切削、研磨加工。可以使得到的隐形眼镜水合溶胀而作为水凝胶。作为水合溶胀中使用的液体(溶胀液),例如可以举出后述的隐形眼镜内包含的水分。将所述溶胀液加温到60~100℃并浸渍一定时间,能够快速地形成为水合溶胀状态。另外,通过所述溶胀处理,能够去除聚合物中包含的未反应单体。

[0110] 从产生电渗流的观点出发,作为上述隐形眼镜内包含的水分,可以举出包含带有与上述固定电荷相反的电荷的离子的水溶液。

[0111] 作为上述水溶液中包含的阴离子,例如可以举出:氨基酸离子(天然氨基酸离子、非天然氨基酸离子)、氯化物离子、柠檬酸离子、乳酸离子、琥珀酸离子、磷酸离子、苹果酸离子、吡咯烷酮羧酸离子、苯酚磺酸离子、硫酸离子、硝酸离子、磷酸离子、碳酸离子、高氯酸离子等。在此,作为天然氨基酸,可以举出甘氨酸、丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸、苏氨酸、丝氨酸、脯氨酸、色氨酸、蛋氨酸、半胱氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸、天冬酰胺、谷氨酰胺、赖氨酸、精氨酸、组氨酸;作为非天然氨基酸,可以举出羟基脯氨酸、胱氨酸、甲状腺素等。

[0112] 作为上述水溶液中包含的阳离子,例如可以举出 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等。

[0113] 作为上述水溶液,例如可以举出泪液、人工泪液、生理盐水、林格液等。上述水溶液也可以包含药物。

[0114] 从能够在隐形眼镜内产生适度流速的电渗流观点出发,上述隐形眼镜的每单位质量的固定电荷的量优选为 $1\text{C/g} \sim 200\text{C/g}$,更优选为 $20\text{C/g} \sim 150\text{C/g}$,进一步优选为 $30\text{C/g} \sim 100\text{C/g}$ 。

[0115] 在本说明书中,每单位质量的固定电荷的量可以通过Zeta电位测量装置等进行测量。

[0116] 作为上述隐形眼镜的厚度,优选为 $0.05 \sim 0.20\text{mm}$ 。

[0117] -电极-

[0118] 上述隐形眼镜1具有多个电极,该电极至少一部分与隐形眼镜(镜片部分)接触。作为电极的数量可以是两个以上,优选为正电极和负电极这两个电极。

[0119] 优选上述多个电极彼此进行电连接。

[0120] 上述电极可以设置在隐形眼镜的表面(图2),也可以埋入隐形眼镜内部(例如镜片部分2的水凝胶材料内部)(图3)。在设置在隐形眼镜的表面的情况下,从保护眼球表面及眼睑的背面的观点出发,可以用外表面覆盖层5覆盖电极表面。

[0121] 对于上述电极的配置,从能够使隐形眼镜整体产生电渗流观点出发,优选上述电极设置在上述隐形眼镜的端部。例如,对于通过隐形眼镜表面中心并连接一端与另一端的沿着隐形眼镜表面的线段,相对于线段的全长 100% 而言,可以在从一端开始 $0 \sim 30\%$ 的任意的位置设置一方的电极31而在从另一端开始的 $0 \sim 30\%$ 的位置的任意的位置设置另一方的电极32。

[0122] 上述电极可以设置在隐形眼镜表面(图2),从能够使镜片整体保持水分并通过将电极配置在更靠近泪新月、泪腺而进一步提高泪液吸收效率的观点出发,上述电极可以设置在隐形眼镜侧面(图4)。设置在隐形眼镜侧面是指设置在从上述的一端或另一端开始 0% 的位置。

[0123] 上述多个电极可以设置在距隐形眼镜中心的距离为相同距离的位置,也可以设置在不同的位置。

[0124] 作为上述电极,可以举出金属电极、生物电极等。其中,优选一方的电极是氧电极,并优选阴极是氧电极。

[0125] 作为上述电极的材料,可以举出:碳纳米管、科琴黑、玻璃碳、石墨烯、富勒烯、碳纤维、碳纤维织物、碳气凝胶等碳材料;聚苯胺、聚乙炔、聚吡咯、聚(对亚苯基亚乙烯基)、聚噻吩、聚(对苯硫醚)等导电性聚合物;硅、锗、氧化铟锡(ITO)、氧化钛、氧化铜、氧化银等半导体;金、白金、钛、铝、钨、铜、铁、钡等金属;等等。

[0126] 例如,作为正极(阴极)与负极(阳极)的组合,可以举出铝与碳电极(CF/CNT,针对碳纤维织物修饰有碳纳米管而得到的电极)的组合等金属电极与氧电极的组合(金属/氧电池)等。

[0127] 优选上述电极包括至少一个承载有对氧化还原反应进行催化的酶的电极。

[0128] 作为承载于正极(阴极)的对还原反应进行催化的酶,例如可以举出胆红素氧化酶(Bilirubin Oxidase, BOD)、葡萄糖氧化酶、葡萄糖脱氢酶、氨基酸氧化酶、乳酸氧化酶、漆酶、铜外排氧化酶(Cueo)、抗坏血酸氧化酶等,从能够进行长期的水分吸收及排出并能够在

镜片内产生适度电渗流的观点出发,特别优选为胆红素氧化酶(BOD)。

[0129] 作为对承载于负极(阳极)的对氧化反应进行催化的酶,例如可以举出果糖脱氢酶(D-Fructose Dehydrogenase:FDH)、葡萄糖氧化酶、葡萄糖脱氢酶(Glucose Dehydrogenase:GDH)、乙醇氧化酶、乙醇脱氢酶、乳酸氧化酶、乳酸脱氢酶等,从因使介质(辅酶)非必需化而能够简化酶反应体系的观点出发,特别优选为果糖脱氢酶(FDH)。

[0130] 优选为上述酶包含从由胆红素氧化酶以及果糖脱氢酶构成的组中选择的至少一种,优选为包含BOD的电极与包含FDH的电极的组合。由于在pH5附近能够发挥高活性,所以特别优选为BOD与FDH的组合。

[0131] 另外,这些对还原反应进行催化的酶既可以分别单独使用一种也可以组合使用两种以上。

[0132] -导电性部件-

[0133] 作为上述导电性部件4的材料,可以举出:碳纳米管、科琴黑、玻璃碳、石墨烯、富勒烯、碳纤维、碳纤维织物、碳气凝胶等碳材料;聚苯胺、聚乙炔、聚吡咯、聚(对亚苯基亚乙烯基)、聚噻吩、聚(对苯硫醚)等导电性聚合物;硅、锗、氧化铟锡(ITO)、氧化钛、氧化铜、氧化银等半导体;金、白金、钛、铝、钨、铜、铁、钡、不锈钢等金属。从柔软性以及生物体适合性等观点出发,特别优选为导电性聚合物。这些材料既可以单独使用一种也可以组合使用两种以上。

[0134] 上述导电性部件4可以通过隐形眼镜表面或内部对电极间进行电连接,也可以与隐形眼镜外部的电源连接。外部电源可以通过电感器、电容器连接。

[0135] 另外,例如,导电性部件4也可以是使用印刷技术在镜片部分2的表面制作由导电性聚合物构成的电路而得到的部件。

[0136] -外部覆盖层-

[0137] 上述外表面覆盖层5,可以仅设置在电极表面,也可以设置于整个镜片表面(图2)。

[0138] 优选上述外表面覆盖层具有柔软性并且针对生物体组织50的外表面具有适合性。作为用于上述外表面覆盖层的水凝胶,例如可以举出与上述的隐形眼镜的水凝胶材料相同的水凝胶。上述外表面覆盖层可以是与隐形眼镜的水凝胶材料相同的组成,也可以是不同的组成。上述外表面覆盖层的水凝胶既可以单独使用一种也可以组合使用两种以上。

[0139] 例如可以通过将电极以及导电性部件含浸到凝胶溶液、单体溶液内进行固化或聚合来设置上述电极(31、32)、导电性部件4,也可以将电极以及导电性部件放在隐形眼镜表面并用外部覆盖层进行覆盖来设置上述电极(31、32)、导电性部件4。

[0140] 本实施方式的隐形眼镜例如可以用作佩戴在人或人以外的哺乳类等的眼睛上的隐形眼镜。

[0141] (眼用支架)

[0142] 作为上述眼用医疗器械的其它例子,例如可以举出眼用支架。

[0143] 上述眼用支架,例如可以举出:包括平台和以与平台接触的方式设置的多个电极并且在上述多个电极间产生电渗流的支架。

[0144] 作为上述眼用支架的形状,例如可以是圆柱状、圆锥状、多角柱状、多角锥状、球状、将它们组合得到的形状,也可以是弯曲结构。眼用支架的截面形状可以是椭圆、圆、多边形等形状,可以是全部截面为相同形状,也可以具有形状不同的截面。眼用支架可以在外部

具备突起部,以使支架在插入后难以从插入位置偏离。上述眼用支架优选为中空的,更优选为从一端到另一端贯通的中空。优选上述眼用支架具有圆筒状部分,可以仅由圆筒状部分构成。眼用支架可以具有外径50~500 μm 、长度0.1~5mm的圆筒状部分。

[0145] 上述眼用支架可以具有在外表面具备孔的网络状表面,也可以在表面不具备孔。

[0146] 上述眼用支架的上述平台可以是金属制的,也可以是树脂制的。作为金属,例如可以举出:镍(Ni)-钛(Ti)合金、铜(Cu)-锌(Zn)-X(X=铝(Al)、铁(Fe)等)合金、Ni-Ti-X(X=Fe、Cu、钒(V)、钴(Co)等)合金等通过热处理而赋予形状记忆效果及超弹性的形状记忆合金;不锈钢、钽(Ta)、钛(Ti)、铂(Pt)、金(Au)、钨(W)等。作为树脂,例如可以举出聚烯烃系树脂、聚酯系树脂、聚酰胺系树脂、聚氨酯系树脂、硅系树脂等。上述平台以及电极的上述金属可以被上述树脂覆盖。另外,上述平台以及电极也可以用肝素等覆盖,也可以用具有固定电荷的药剂(例如具有抗凝血作用的药剂)覆盖。

[0147] 优选上述眼用支架的上述平台具有固定电荷。从使眼用支架整体产生电渗流的观点出发,优选为设置有从上述平台的一端到另一端连续地具有固定电荷的部位;在平台为圆筒状的情况下,优选圆筒的整个内表面具有固定电荷。

[0148] 优选上述固定电荷的上述支架的每单位质量的量是1C/g~200C/g。

[0149] 优选上述眼用支架包含水凝胶材料,更优选平台中包含由水凝胶材料构成的部分。作为上述水凝胶材料,可以举出与上述的隐形眼镜的水凝胶材料相同的水凝胶材料。在上述眼用支架为圆筒状的情况下,优选圆筒的整个内表面由水凝胶材料构成。

[0150] 上述眼用支架具有多个电极且该电极至少一部分以与平台接触的方式设置。作为电极的数量可以是两个以上,但优选为正电极和负电极这两个电极。优选上述多个电极彼此进行电连接。

[0151] 上述电极可以设置在平台表面,也可以埋入平台内部。

[0152] 例如,在眼用支架为圆筒状的情况下,优选上述电极设置在上表面的附近以及底面的附近,更优选设置在上表面的圆筒内壁面以及底面的圆筒内壁面,或者设置在上表面的侧面以及底面的侧面。

[0153] 作为上述眼用支架的上述电极,可以举出与上述的隐形眼镜的电极相同的电极。

[0154] 在上述眼用支架中,多个上述电极可以通过导电性部件进行电连接。作为上述导电性部件,可以举出与上述隐形眼镜的导电性部件相同的导电性部件。

[0155] 上述眼用支架能够用作插入人及人以外的哺乳类等的眼睛的支架,例如可以用作插入施累姆氏管(巩膜静脉窦)的支架。

[0156] 例如在负电荷被固定于圆筒状的内表面并且在一端设置有正极且在另一端设置有负极的情况下,上述眼用支架能够在眼用支架的内表面产生眼用支架周围的水溶液朝向负极流动的电渗流。由此,例如,能够排出积存在眼内的房水等或者从眼外向眼内注入水溶液。

[0157] [眼用医疗器械的水分的吸收和/或排出]

[0158] 本实施方式的眼用医疗器械的水分的吸收和/或排出使用包括多个电极的上述眼用医疗器械,使上述眼用医疗器械的内部和/或外部产生电渗流。

[0159] 下面,作为一个例子对使用了隐形眼镜的情况进行说明。

[0160] (隐形眼镜的水分的吸收和/或排出)

[0161] 例如通过固定电荷的种类、负极与正极的配置等能够调整水溶液流动的方向。另外,例如通过水凝胶材料的空隙率、水凝胶材料的固定电荷的量、水溶液的电荷浓度、施加到电极间的电压、电极的种类等,能够调整电渗流。

[0162] 本发明人发现了镜片越干燥,上述镜片内的电渗流越低(实施例3、图7C)。例如,通过向镜片添加人工泪液等,提高镜片的含水率,由此能够调整电渗流。

[0163] 本发明人发现了在隐形眼镜内的含水量与电导率之间存在比例关系(实施例1、图5D)。例如通过测量隐形眼镜的电导率,能够把握镜片内的电渗流。

[0164] 优选在隐形眼镜中在上述多个电极间通上电流。

[0165] 可以对上述多个电极间以直流施加恒定电压,也可以施加变动的电压。其中,从用于隐形眼镜的观点出发,电压优选为1.5V以下,更优选为10mV~800mV。

[0166] 上述隐形眼镜内的电渗流可以连续地产生,也可以断续地产生。

[0167] 实施例

[0168] 下面,基于实施例对本发明更详细地进行说明,但是本发明不受这些实施例限定。

[0169] (使用的试剂、材料等)

[0170] • 果糖脱氢酶(D-fructose dehydrogenase,FDH,from Gluconobactor,EC 1.1.99.11,20U mg⁻¹,Mw:ca.140000,Toyobo enzyme)

[0171] • 胆红素氧化酶(Bilirubin oxidase,产品名BO Amano 3,BOD from Myrothecium sp.EC 1.3.3.5,2.39U/mg,Mw:ca.68000,Amano)

[0172] • D-果糖(D(+)-fructose,Mw:180.16,127-02765,Wako)

[0173] • 碳纤维织物(Carbon fabric,TCC-3250,由Toho Tenax提供)

[0174] • 碳纳米管(Carbon Nanotube,C 70P,由Bayer Materialscience提供)

[0175] • 异丙醇(C₃H₈O/Isopropyl alcohol,Mw:60.10,166-04831,Wako)

[0176] • 磷酸二氢钾(KH₂PO₄/Potassium dihydrogenphosphate,Mw:136.09,169-04245,Wako)

[0177] • 磷酸氢二钾(K₂HPO₄/Dipotassium hydrogenphosphate,Mw:174.2,164-04315,Wako)

[0178] • 氢氧化钠(NaOH/Sodium hydroxide,Mw:40,194-09575,Wako)

[0179] • 柠檬酸

[0180] • 磷酸氢二钠

[0181] • 生理盐水(0.01mol/l Phosphate Buffered Saline,164-18541,Wako)

[0182] • McIlvaine缓冲液(McIlvaine Buffer,100mM:pH5.0,150mM:pH7.0)

[0183] • 磷酸缓冲液(Phosphate Buffer solution,PBS,50mM,pH7.0)

[0184] • 低熔点琼脂糖

[0185] • 猪眼球(由仙台中央肉食市场提供)

[0186] (实施例1)-共聚物S1~S5的制备-

[0187] 对于共聚物S1,使用0.1质量%的V-65作为聚合引发剂,对甲基丙烯酸2-羟基乙酯(HEMA,非带电性单体)92质量%、甲基丙烯酸(MA)2质量%、乙二醇二丙烯酸酯(EDMA)0.2质量%、甲基甲基丙烯酸酯(MMA)3质量%进行聚合,用水进行浸取处理,经中和处理并钠盐化后,进行灭菌处理,将由此得到的共聚物称为共聚物S1。

[0188] 除了使单体的配合量设为表1所示的配合量以外,与共聚物S1同样地实施得到的共聚物称为共聚物S2~S5。对于共聚物S1~S5的每单位质量的固定电解的量,共聚物S1为约20C/g,共聚物S2为约50C/g,共聚物S3为约70C/g,共聚物S4为约100C/g,共聚物S5为约150C/g。

[0189] [表1]

		共聚物 S1	共聚物 S2	共聚物 S3	共聚物 S4	共聚物 S5	
[0190]	HEMA	质量%	95	92	90	80	70
	MA	质量%	2	5	7	10	15
	EDMA	质量%	0.2	0.2	0.5	0.5	0.2
	MMA	质量%	3	3	3	10	15
	V-65	质量%	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

[0191] -含水量与电导率-

[0192] 使用上述共聚物S2,制作了厚度2mm、长边14mm、短边7.5mm的长方体状的成型片。使用得到的成型片,测量了含水量与导电性的关系(图5)。

[0193] 对于含水量(Water),交替地进行电阻测量与质量测量,通过从测量出的质量(mass)减去成型片的干燥重量,得到了电阻测量时的含水量。另外,以横跨电极的方式将成型片贴到具有针对金电极进行溅射及图案化而得到的正极、负极的两个金电极(短边4mm、长边7.5mm、间隔6mm)的玻璃板(短边26mm、长边32mm、厚度1mm)上,利用电化学分析仪ALS 7082E(ALS株式会社),通过交流阻抗法进行了电阻的测量。电压施加条件采用了交流频率1kHz~100kHz、电压振幅5mV、采用了82.5kHz的阻抗的绝对值作为电阻。用McIlvaine缓冲液(150mM、pH7.0)浸润成型片作为电解质溶液,全部的试验都在保持气温25℃、湿度35%的条件下进行。针对两个试样,从干燥中的重量变化(图5A)以及电阻变化(图5B),得到了图5C所示的水分重量(mg)与电阻值(Ω)的关系。此外,考虑干燥造成的试样截面面积的变化得到了图5D。

[0194] 能够确认含水量与电导率存在比例关系,证实了完成了恰当的测量(图5D)。

[0195] (实施例2)

[0196] 使用上述的共聚物S1~S5,制作了厚度0.15mm的成型片(相当于隐形眼镜的厚度),除了为延缓蒸发速度以便于测量而使用手套箱以及加湿器将湿度保持在70%以外,与实施例1同样地实施,得到了含水量与电导率的关系(图6)。

[0197] 根据该结果,含水量与电导率的关系(直线的斜率)不会因凝胶组成不同而产生大幅变化,但是示出了甲基丙烯酸(具有固定电荷的单体)的含量越增大,导电性的值越增大。这显示了来源于甲基丙烯酸的羧基的抗衡阳离子(Na^+)成为主要的导电载体。

[0198] (实施例3)-基于电渗流的水凝胶的水分保持-

[0199] 利用根据电导率能够监测含水量,评价了基于电渗流的水凝胶片(0.15mm厚)的水分保持性。

[0200] 用以6mm间隔配置在丙烯酸板上的正极·负极两个碳电极(电渗流产生用)以及图案化在玻璃板上的两个金电极(电导率测量用)夹住水凝胶片,水凝胶片与电极在上下都以4mm的长度接触,中间的长度6mm的部分以不妨碍自然干燥的方式露出(图7A、图7B)。将水凝胶片的一端4mm浸渍在McIlvaine缓冲水溶液(pH7.0)中,在保持气温25℃、湿度35%的状态

下进行了电导率测量。水凝胶片为甲基丙烯酸的添加量10wt%的共聚物S4。为了操作,使用具有机械强度的共聚物S4制作了水凝胶片。

[0201] 最初的25分钟由于未施加电压,所以观测到自然干燥造成的电导率的降低。其后,由于通过对碳电极施加30分钟的4V电压的通电(约0.2mA)将缓冲水溶液向上方汲取,所以由于自然干燥而降低的电导率恢复了。对于该情况下的电压施加的极性,水凝胶片上部为负,水凝胶片下部为正。其后,如果使极性反转,对碳电极施加4V的电压,将缓冲水溶液从水凝胶片排出,则观察到表示水凝胶片再次干燥的电导率的降低(图7C)。

[0202] 这些结果显示了通过利用电压施加的通电能够防止水凝胶片的干燥。

[0203] (实施例4) -电渗流的观察-

[0204] 通过直接观察确认了电渗流的产生。

[0205] 使用与实施例3相同的水凝胶片(0.15mm厚),并使用碳电极作为正极·负极,使水凝胶片的上下端4mm与电极接触,使两电极间6mm露出。将水凝胶片的负极侧端4mm浸渍到McIlvaine缓冲水溶液(pH7.0)中,进行了施加4V电压的通电(约0.2mA)。将自制的夹具安装到图8A所示的干眼症观察装置(KOWA DR-1 α)上,产生朝上的电渗流并观察了露出的部位的结果是图8B。在水凝胶片的内部产生了电渗流,在此观察到的是被水凝胶片内部流动拖拉的表面水膜的移动或从凝胶内部溢出的缓冲液的流动。

[0206] (实施例5) -隐形眼镜的水分保持-

[0207] [1] 利用外部电源的通电

[0208] 将共聚物S2的组成的隐形眼镜(MA5wt%)覆盖到猪眼球的角膜上,在将1/3左右浸渍到PBS缓冲水溶液中的状态下,使用镊子状的电极(不锈钢制)施加了电压(3V或-3V)(图9A)。隐形眼镜的厚度为0.15mm。另外,镊子状的电极夹住隐形眼镜的端部并固定位置。

[0209] 根据图9B所示的结果,在观测反映了电导率(含水量)的电流的本系统中,确认到朝上电渗流造成的镜片内的含水量的增加、朝下电渗流造成的含水量的减少。在朝上电渗流的施加状态下,在其后12小时也保持了同等程度的电流值(水分量)。在未施加电压而放置了12小时的情况下,隐形眼镜明显完全干燥并硬化,因此确认到通电产生的长期水分吸收、水分保持。在此,与外部电源连接进行供电,但是在原理上也可以通过向隐形眼镜具备的电极进行的无线供电来产生电渗流。

[0210] [2] 利用Al/O₂电池的通电

[0211] 将包括铝阳极以及碳电极(CF/CNT)的O₂阴极的Al/O₂电池设置到使用共聚物S2制作的隐形眼镜(MA5wt%,厚度0.15mm)上,由此不使用外部电源,进行了产生电渗流的试验(图10A)。由于使用了作为中性水溶液的(0.2M的NaCl水溶液)作为溶液,所以电动势为0.7V左右。碳电极以及铝电极设置在镜片的两端,并以将包括铝电极的镜片下端侧1/3左右浸渍到中性水溶液中的方式进行了设置。另外,铝电极与碳电极之间使用通过镜片内的不锈钢制的导电性部件进行电连接(未图示)。另外,如图10A所示,通过在镜片外与铝电极及碳电极连接的测量仪,测量了电流值。

[0212] 根据图10B所示的结果,基于朝上电渗流的效果,在12小时也反映出湿润状态的电流在持续流动。

[0213] 该结果显示了通过使隐形眼镜具备电池从而在没有向外部的布线的情况下也能够进行水分吸收、水分保持。阳极不限于铝,在原理上可以应用金属空气电池以及所有的电

池。

[0214] [3]利用生物电池的通电

[0215] 在使用共聚物S2制作的隐形眼镜(厚度0.15mm)上设置基于酶电极的果糖/ O_2 生物电池(图11A),覆盖在猪眼球上,进行了基于电渗流的水分保持的验证。阳极的酶电极是固定有果糖脱氢酶(FDH)的碳纤维织物(CF),阴极的酶电极是固定有胆红素氧化酶(BOD)的CF。FDH是对将果糖氧化的电极反应进行催化的酶,BOD是对将 O_2 还原的电极反应进行催化的酶。隐形眼镜下部的溶液使用了放入有200mM果糖的McIlvaine缓冲液(150mM、pH5.0)。另外,FDH电极与BOD电极用不锈钢制的导电性部件进行电连接。另外,如图11A所示,通过与FDH电极以及BOD电极连接的测量仪,测量了电流值。

[0216] 如图11B所示,能够确认12小时以上稳定的通电,显示了利用基于酶电极的生物电池能够进行水分的吸收、水分的保持的可能性。用于酶电极的酶可以应用葡萄糖氧化酶、葡萄糖脱氢酶、氨基酸氧化酶、乳酸氧化酶、漆酶等全部氧化还原酶。

[0217] 工业实用性

[0218] 基于本发明的隐形眼镜的水分的吸收或排出保持方法,能够向隐形眼镜适度地吸收水分和/或向隐形眼镜外适度地排出水分。另外,本发明的隐形眼镜具有适度的水分吸收能力和/或水分排出能力,通过增加隐形眼镜前面以及眼表面的泪液的流量能够使泪液遍及角膜表面,能够减少干燥感。作为其结果,能够长时间佩戴隐形眼镜。此外,在隐形眼镜中包含的水分中含有药物等情况下,在将吸收到镜片内的水分放出时,隐形眼镜中含有的药物等也一起释放,由此能够有效地使药物等遍及眼表面。

[0219] 另一方面,通过将同样的方法应用于一种促进房水排出以防止作为青光眼成因的眼压上升的支架,由此能够进行积极且主动的房水排出等,应用的范围各种各样。

[0220] 附图标记说明

[0221] 1隐形眼镜; 2镜片部分;

[0222] 31一方的电极; 32另一方的电极;

[0223] 4导电性部件; 5外部覆盖层。

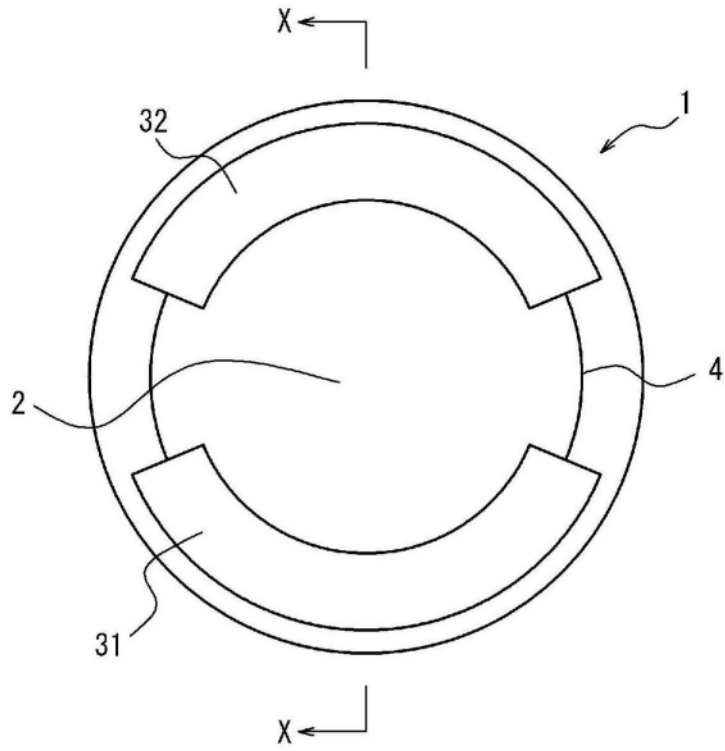


图1

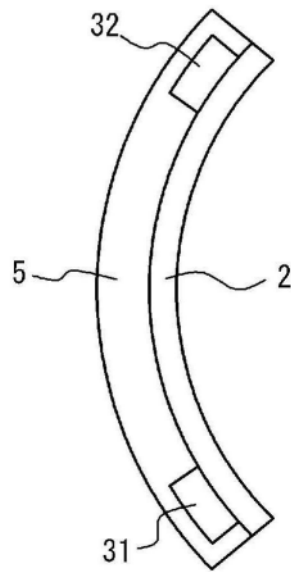


图2

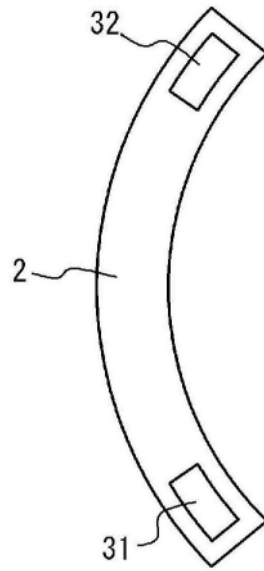


图3

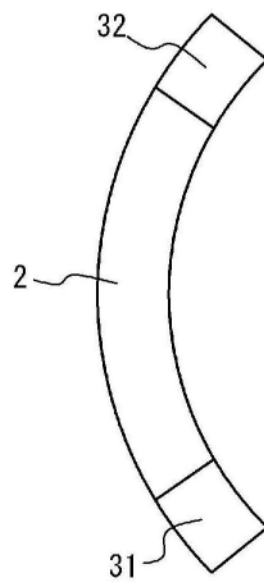


图4

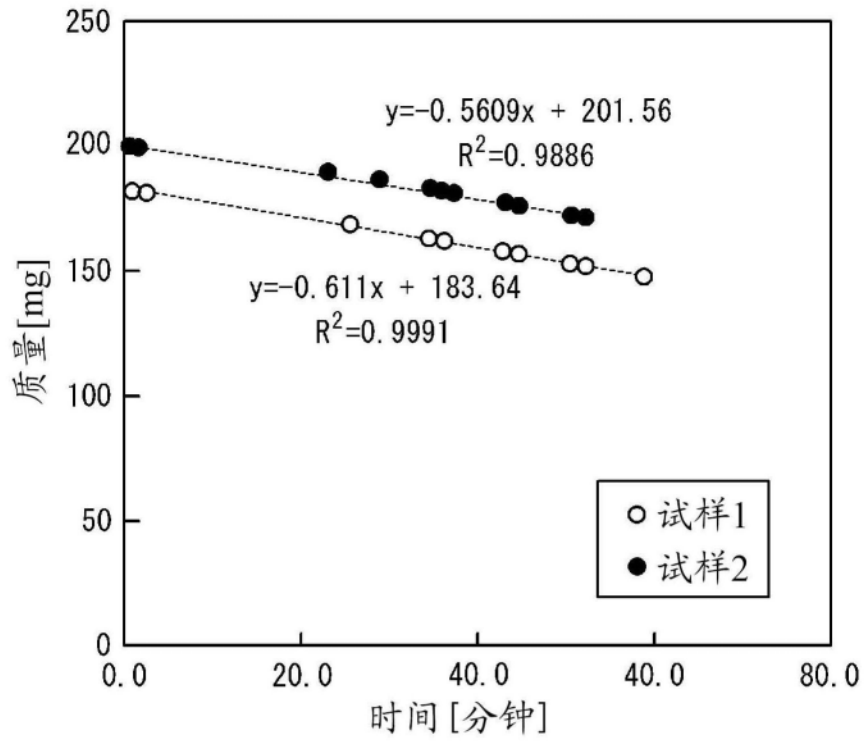


图5A

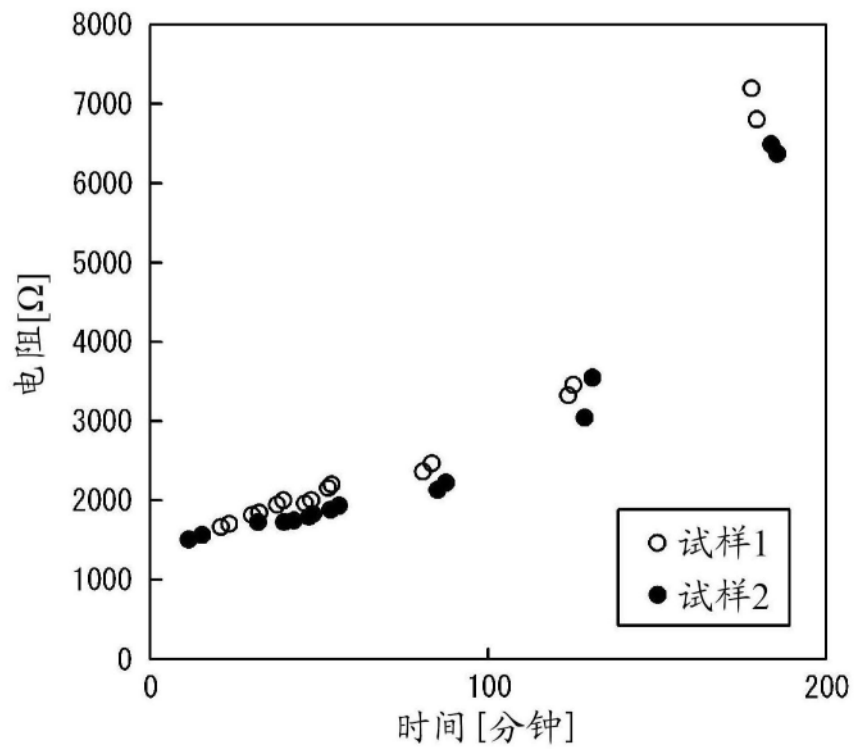


图5B

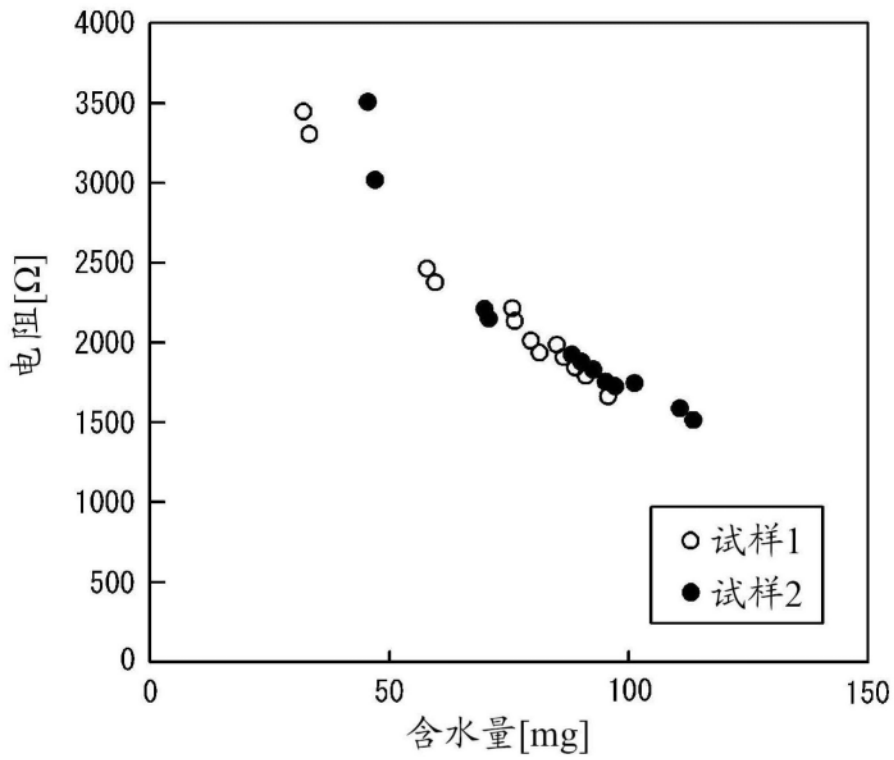


图5C

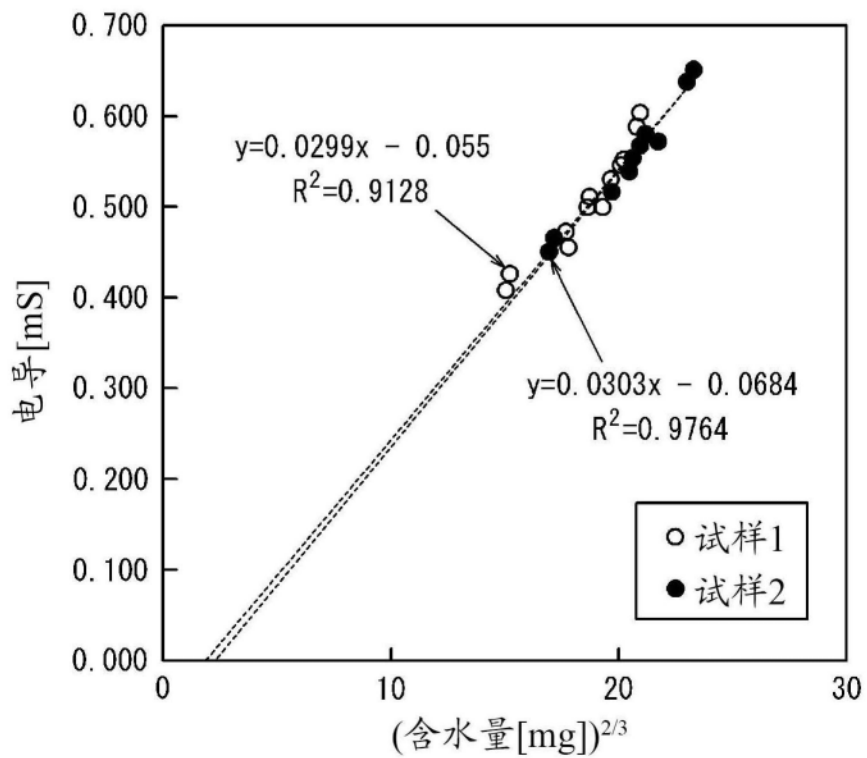


图5D

甲基丙烯酸

	MA (重量%)	溶胀率[L/L]
S5	15	1.88
S4	10	1.70
S3	7	1.61
S2	5	1.55
S1	2	1.33

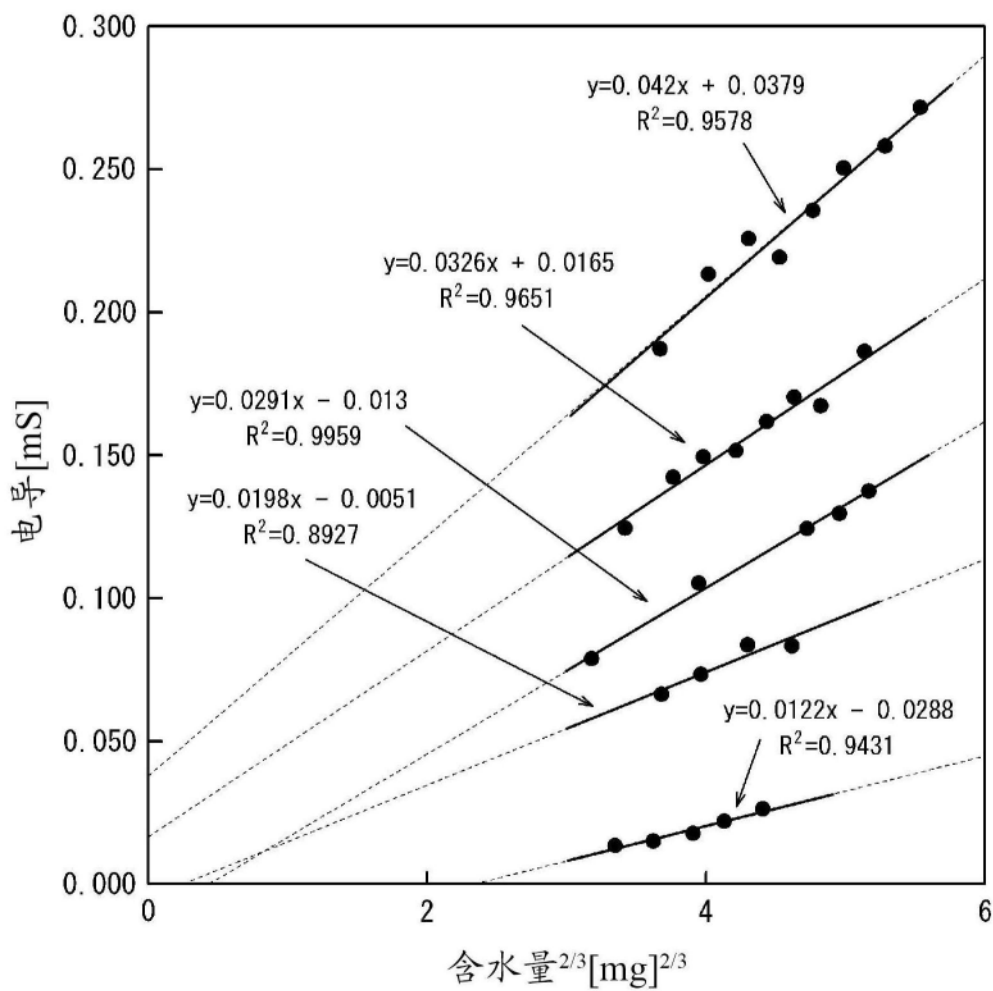


图6

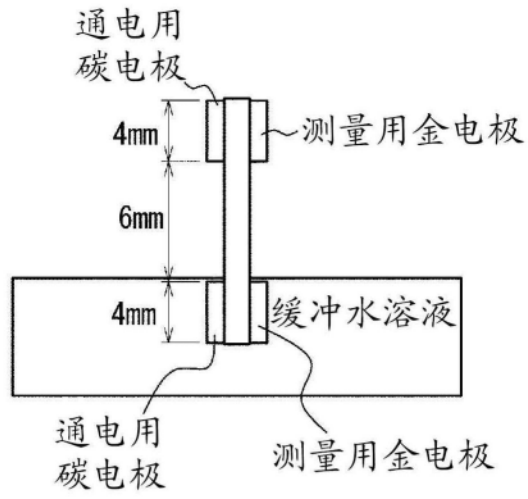


图7A

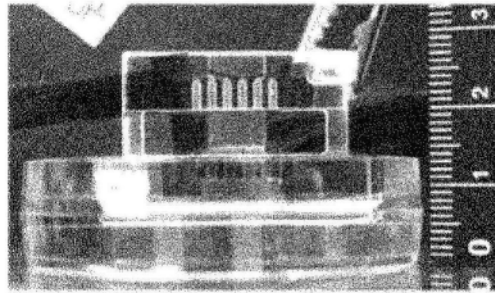


图7B

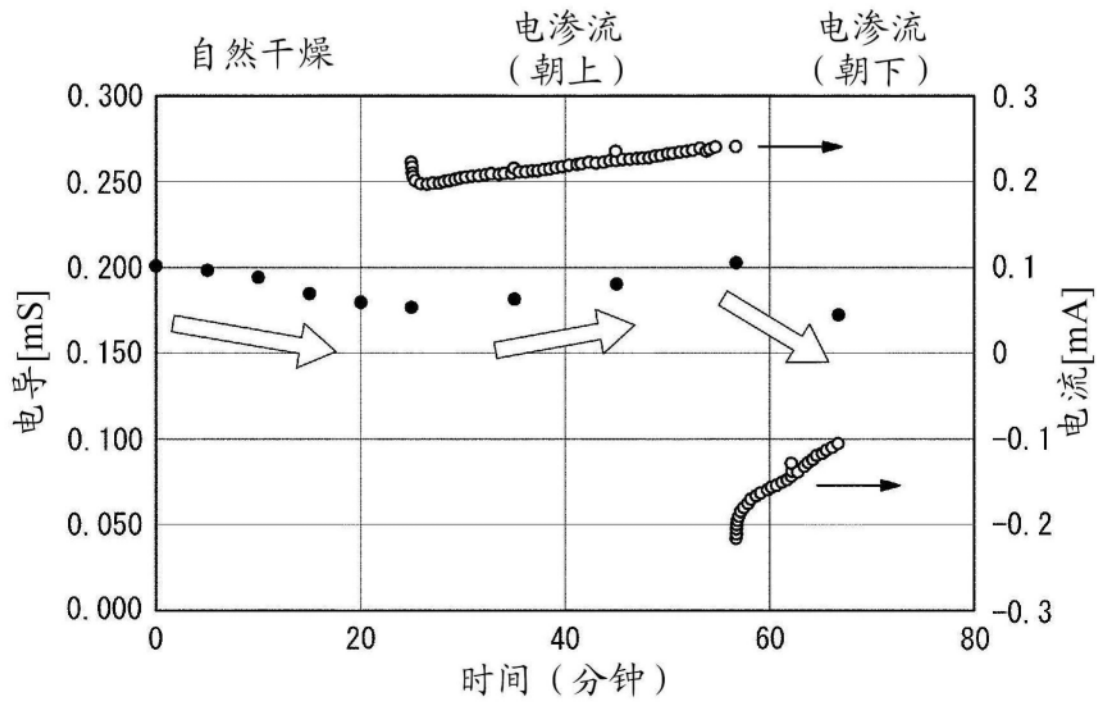


图7C

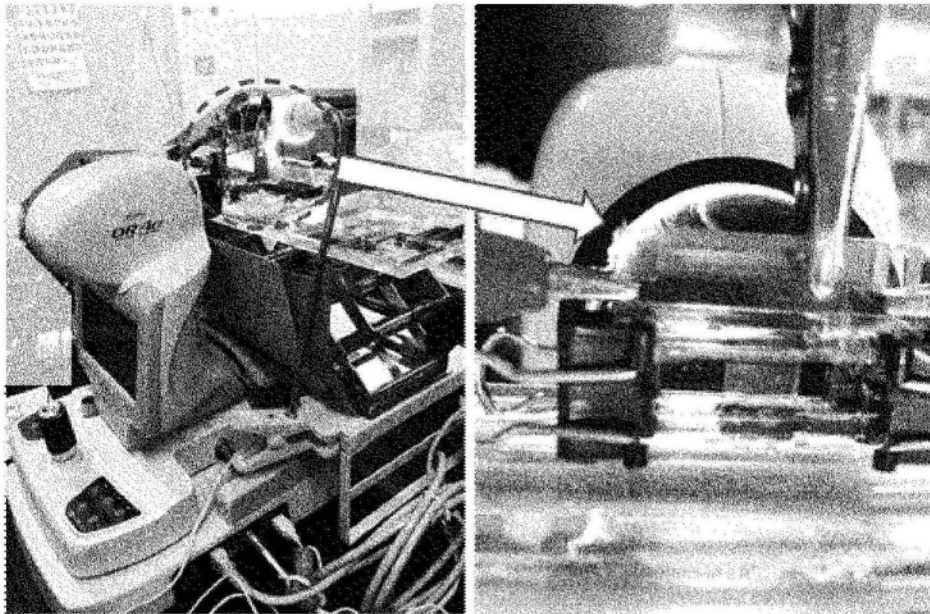


图8A

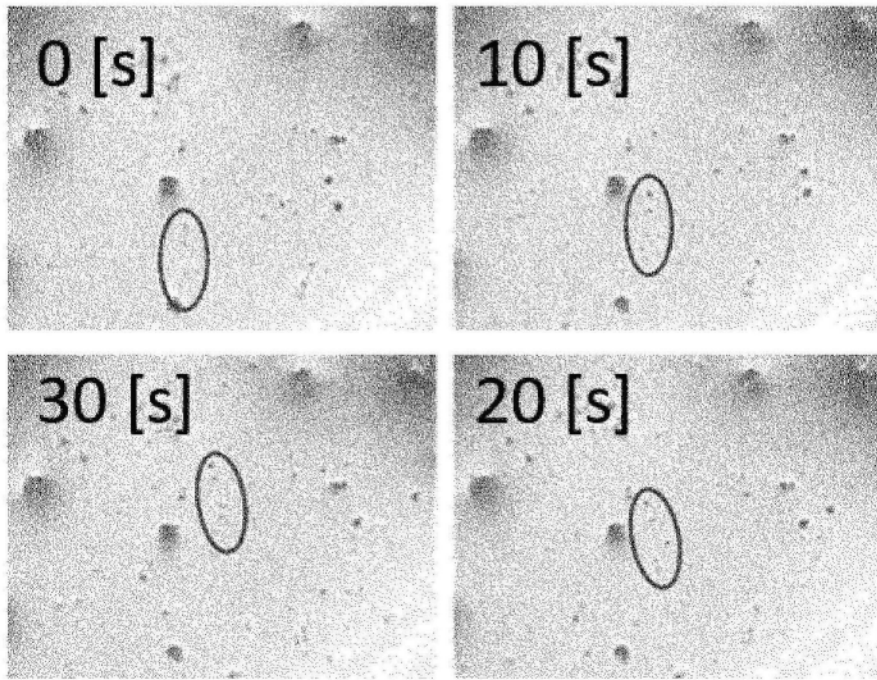


图8B

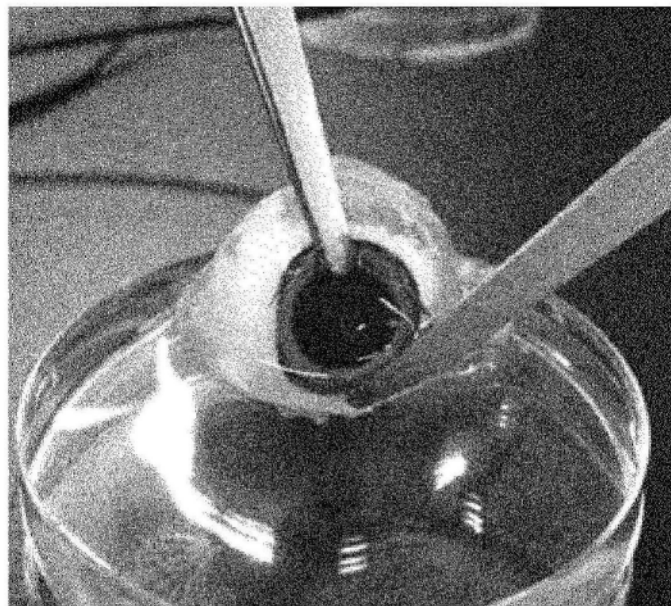


图9A

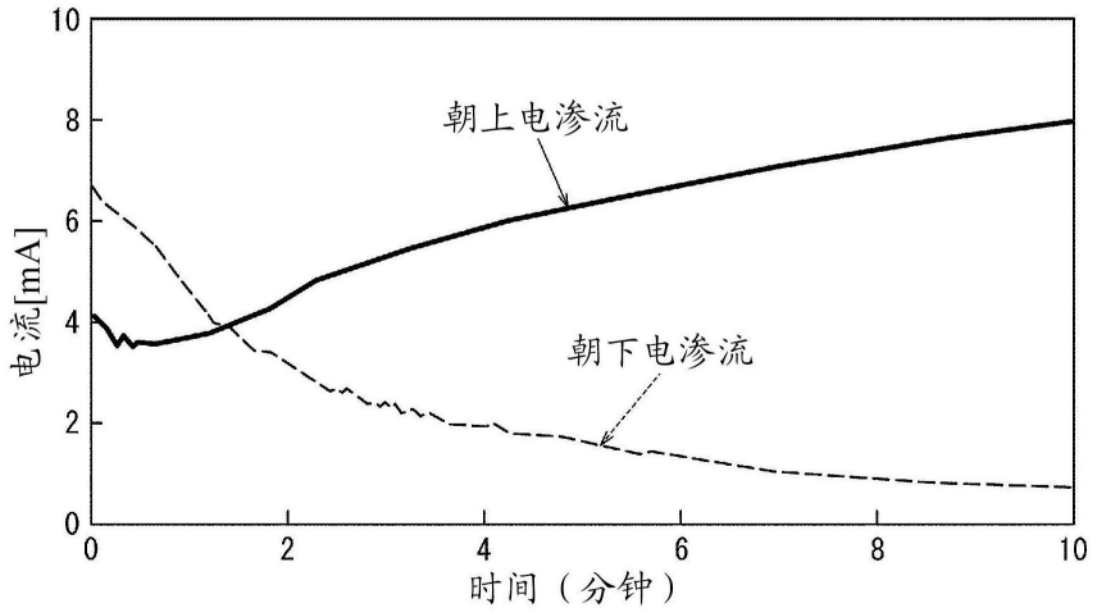


图9B

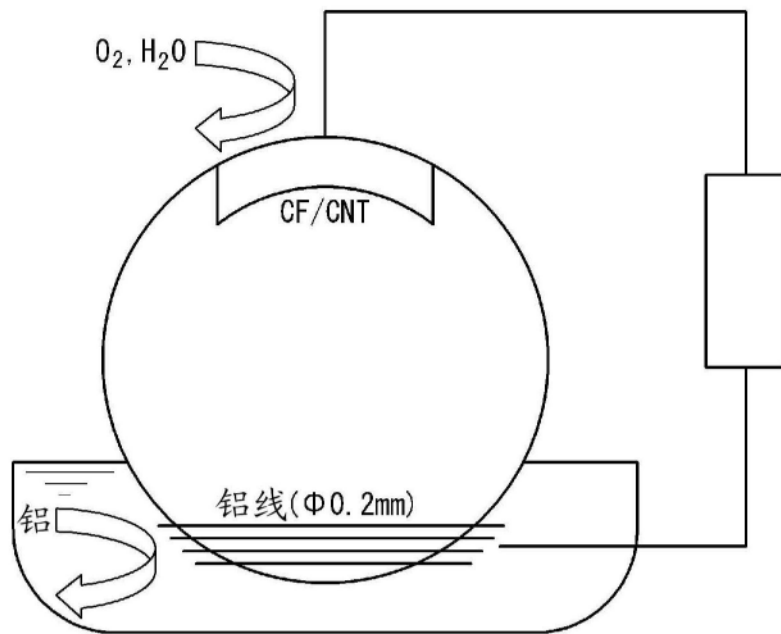


图10A

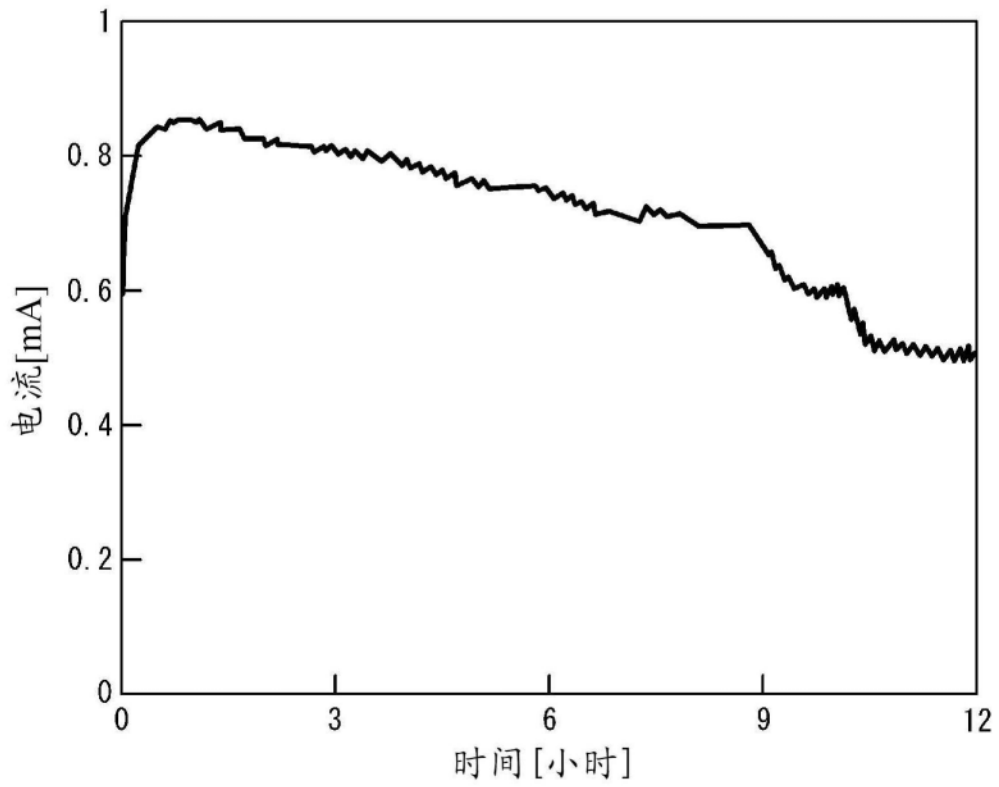


图10B

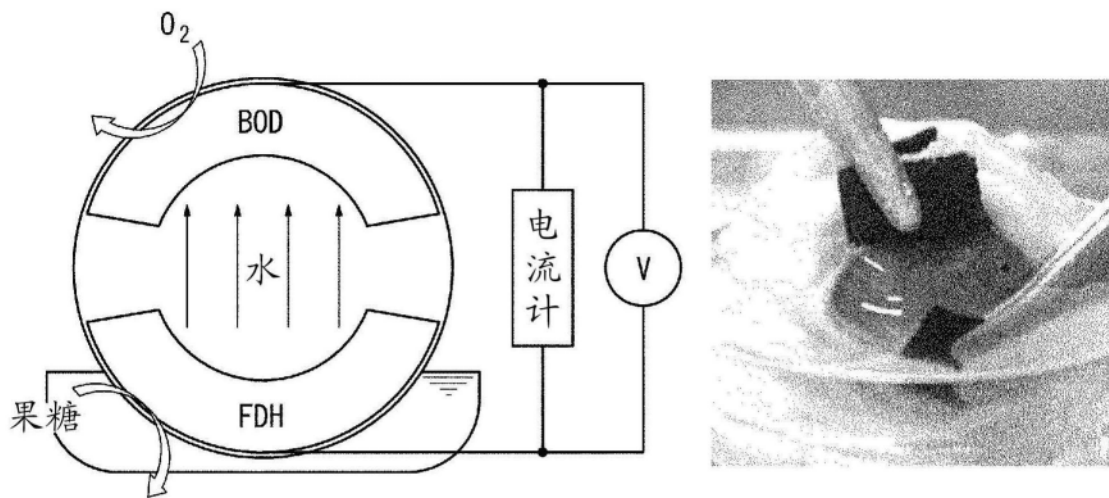


图11A

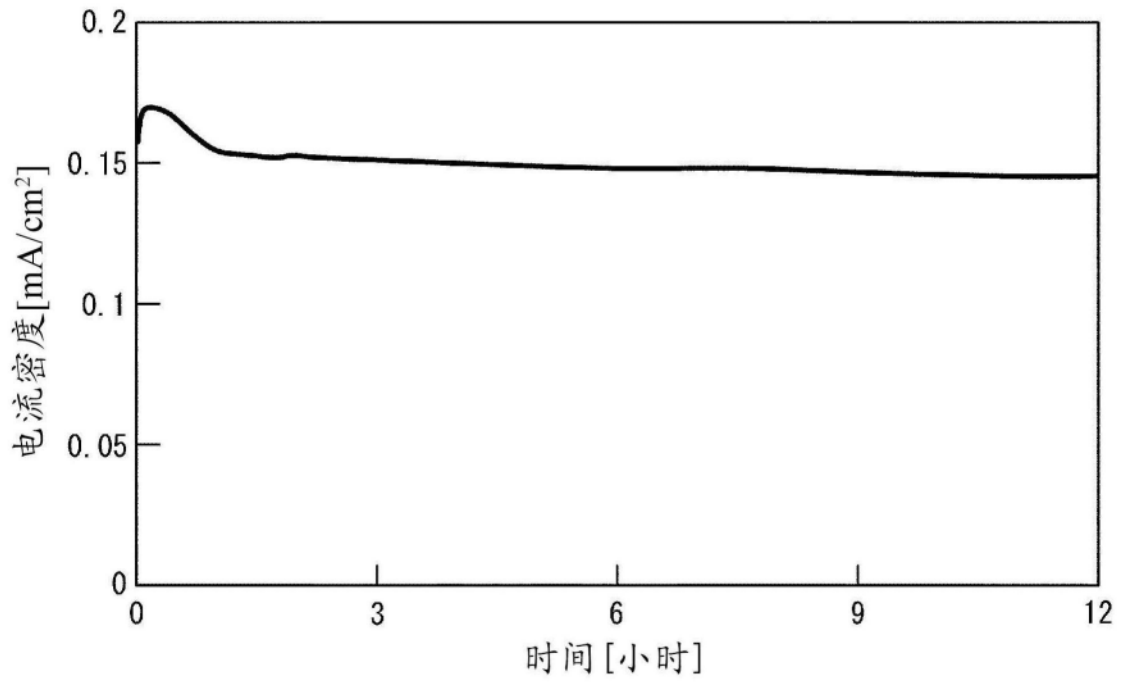


图11B