



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114555866 B

(45) 授权公告日 2025.02.11

(21) 申请号 202080071942.2
 (22) 申请日 2020.10.23
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 114555866 A
 (43) 申请公布日 2022.05.27
 (30) 优先权数据
 2019-198760 2019.10.31 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2022.04.13
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2020/039947 2020.10.23
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02021/085334 JA 2021.05.06

(73) 专利权人 株式会社德山
 地址 日本山口县
 (72) 发明人 田中康行 末冈春实
 (74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
 务所(普通合伙) 11277
 专利代理师 刘新宇 张会华
 (51) Int.Cl.
 C25B 9/60 (2021.01)
 C25B 1/04 (2021.01)
 (56) 对比文件
 JP 2019183252 A, 2019.10.24
 WO 2019111832 A1, 2019.06.13
 审查员 赵春霖

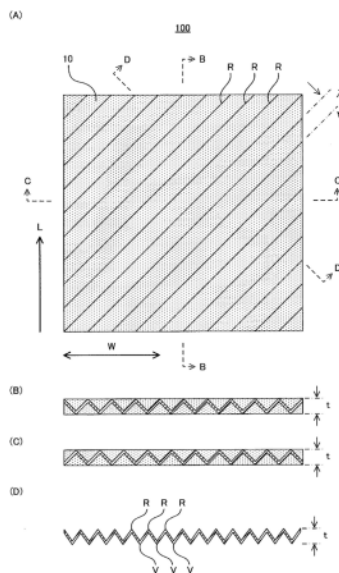
权利要求书2页 说明书23页 附图18页

(54) 发明名称

碱性水电解槽用弹性垫

(57) 摘要

一种碱性水电解槽用弹性垫,其具备至少一张使用金属线织成或编成的、在厚度方向上具有弹簧弹性的金属网,该金属线是线径为0.16mm~0.29mm的单线或者通过将多根线径为0.08mm~0.15mm的单线集束起来而成的线束,或它们的组合。



1. 一种碱性水电解槽用弹性垫,其中,
该碱性水电解槽用弹性垫具备至少一张使用金属线织成或编成的、并且在厚度方向上具有弹簧弹性的金属网,
所述金属线是线径为0.16mm~0.29mm的单线或者通过将多根线径为0.08mm~0.15mm的单线集束起来而成的线束,或它们的组合,
对于该碱性水电解槽用弹性垫,当重复两次50%压缩变形时,第二次50%压缩变形时的每单位面积的回弹力为40gf/cm²以上。
2. 根据权利要求1所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
该碱性水电解槽用弹性垫的50%压缩变形时的每单位面积的回弹力为100gf/cm²~450gf/cm²。
3. 根据权利要求1或2所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
所述金属网被赋形为在该金属网的厚度方向上具有振幅的波形状。
4. 根据权利要求3所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
多张所述金属网在厚度方向上重叠,
以相邻的两张所述金属网为组的各组所述金属网以在俯视观察所述弹性垫时,赋形于该组的一个金属网的所述波形状的棱部与赋形于所述组的另一个金属网的所述波形状的棱部交叉的方式重叠。
5. 根据权利要求1或2所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
该碱性水电解槽用弹性垫的总厚度为7.5mm~10mm。
6. 一种碱性水电解槽,其中,
该碱性水电解槽具备:
阳极室,其收纳阳极并且产生氧气;
阴极室,其收纳阴极并且产生氢气;
具有离子渗透性的隔膜,其将所述阳极室与所述阴极室划分开;以及
第1弹性垫,其为权利要求1~5中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,
作为所述阴极的第1电极是具有挠性的多孔板,被所述第1弹性垫朝向作为所述阳极的第2电极按压。
7. 一种碱性水电解槽,其中,
该碱性水电解槽具备:
阳极室,其收纳阳极并且产生氧气;
阴极室,其收纳阴极并且产生氢气;
具有离子渗透性的隔膜,其将所述阳极室与所述阴极室划分开;以及
第1弹性垫,其为权利要求1~5中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,
作为所述阳极的第1电极是具有挠性的多孔板,被所述第1弹性垫朝向作为所述阴极的第2电极按压。
8. 根据权利要求6或7所述的碱性水电解槽,其中,
所述第2电极是刚体多孔板。
9. 根据权利要求8所述的碱性水电解槽,其中,
该碱性水电解槽还具备第2弹性垫,该第2弹性垫为权利要求1~5中任一项所述的碱性

水电解槽用弹性垫，

所述第2电极被所述第2弹性垫朝向所述第1电极按压。

10. 根据权利要求6或7所述的碱性水电解槽，其中，

该碱性水电解槽还具备第2弹性垫，该第2弹性垫为权利要求1~5中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫，

所述第2电极是具有挠性的第2多孔板，

所述第2电极被所述第2弹性垫朝向所述第1电极按压。

11. 根据权利要求6或7所述的碱性水电解槽，其中，

该碱性水电解槽还具备与所述第2电极相接地配置的、具有导电性的刚体集电体，

所述第2电极是具有挠性的第2多孔板，

所述第2电极由所述刚体集电体支承。

12. 根据权利要求11所述的碱性水电解槽，其中，

该碱性水电解槽还具备第2弹性垫，该第2弹性垫为权利要求1~5中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫，

所述第2电极被所述第2弹性垫隔着所述刚体集电体朝向所述第1电极按压。

13. 一种气体制造方法，其是电解碱性水来制造氢气和氧气的方法，其中，该气体制造方法包括：

(a) 使用权利要求6~12中任一项所述的碱性水电解槽来电解碱性水的工序。

碱性水电解槽用弹性垫

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用于碱性水电解用的电解槽的弹性垫,更详细来说,涉及一种使用于碱性水电解用的零间隙电解槽的弹性垫、具备该弹性垫的碱性水电解槽以及使用该碱性水电解槽的气体制造方法。

背景技术

[0002] 作为氢气和氧气的制造方法,公知有一种碱性水电解法。碱性水电解法通过将溶解有碱性金属氢氧化物(例如NaOH、KOH等。)的碱性水溶液(碱性水)用作电解液,对水进行电解,从而从阴极产生氢气,从阳极产生氧气。作为碱性水电解用的电解槽,公知有一种这样的电解槽:具备由具有离子渗透性的隔膜划分开的阳极室和阴极室,在阳极室配置有阳极,在阴极室配置有阴极。而且,为了降低能量损失,提出有一种这样的电解槽(零间隙型电解槽):具有零间隙构造,该零间隙构造即为阳极和阴极分别被保持为与隔膜直接接触。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特许第3616265号公报

[0006] 专利文献2:日本特许第3707985号公报

[0007] 专利文献3:日本特许第5695418号公报

[0008] 专利文献4:日本特许第6318678号公报

[0009] 专利文献5:国际公开2013/191140号手册

[0010] 专利文献6:日本特许第6093351号公报

[0011] 专利文献7:日本特许第4453973号公报

[0012] 专利文献8:日本特开2015-117417号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的问题

[0014] 图1是示意性地说明以往的一个实施方式的零间隙型电解槽900的局部剖视图。零间隙型电解槽900具备:极室单元910、910、…,其具备凸缘部912以及分隔出阳极室A和阴极室C的具有导电性的分隔壁911;具有离子渗透性的隔膜920,其配置于相邻的极室单元910、910之间;垫片930、930,其配置于隔膜920与极室单元910的凸缘部912之间,并且夹着隔膜920的周缘部;阳极940,其被保持于从一个极室单元的分隔壁911立起设置且具有导电性的肋部913、913、…;集电体950,其被保持于从另一个极室单元的分隔壁911立起设置且具有导电性的肋部914、914、…;以及较柔软的阴极970,其被保持于与该集电体950相接地配置且具有导电性的弹性垫960。阴极970的周缘部和具有导电性的弹性垫960的周缘部固定于集电体950的周缘部。在零间隙型电解槽900中,通过具有导电性的弹性垫960将较柔软的阴极970朝向隔膜920和阳极940按压,而使隔膜920被夹在相邻的阴极970和阳极940之间。其结果为,隔膜920与阳极940和阴极970直接接触(零间隙),因此阳极940与阴极970之间的溶

液电阻降低,因此能量损失降低。

[0015] 以往,作为零间隙型的碱性水电解槽,一般使用在氯化钠电解用的零间隙型电解槽中将离子交换膜置换为隔膜(920)而成的电解槽。

[0016] 一般地,在零间隙电解槽中,优选为电极面积中的被零间隙化的部分(零间隙区域)的比例大。这是由于当未被零间隙化(阳极或阴极与离子交换膜或隔膜未直接接触)的部分较大时,在该部分电极间的溶液电阻变大,会增大运转电压。

[0017] 为了零间隙化,电极优选为完全平坦,但电极由于重力、尺寸误差等而经常挠曲。当在电极中存在挠曲时,在电极与膜之间容易产生间隙。从即使在电极中存在挠曲的情况下也提高零间隙区域在电极面积中所占的比例的观点来看,认为电极夹持膜的面压力较大的话是有利的。

[0018] 然而,在像氯化钠电解槽那样具备离子交换膜的零间隙电解槽中,伴随着电解反应而产生的气泡使电极和离子交换膜振动,由此以零间隙状态被夹持在电极间的离子交换膜的表面磨损,离子交换基团的功能受损,存在离子交换膜的离子交换能力随着时间推移而劣化的问题。像这样的由于气泡产生所引起的振动而离子交换膜劣化的问题,在电极夹持离子交换膜的面压力较大的情况下特别明显。离子交换膜一般价格高,促进其劣化对电解工艺的运行成本带来深刻的不良影响。因此,在具备离子交换膜的零间隙电解槽中,为了使高价的离子交换膜能够长期地使用,要求抑制电极夹持离子交换膜的面压力。

[0019] 例如在专利文献1中,记载了“一种离子交换膜电解槽,其是由被阳离子交换膜划分开的阳极室和阴极室构成的,在阳极室中存在阳极,在阴极室中存在阴极,且具有两电极隔着离子交换膜接近对峙的构造,其特征在于,一个电极是具有一个孔的面积为 $0.05\text{mm}^2 \sim 1.0\text{mm}^2$ 的多个孔的、开孔率为20%以上的多孔体,且是弯曲较柔软度为 0.05mm/g 以上的较柔软的多孔板,另一个电极是刚体多孔板,所述较柔软的多孔板电极被弹性垫以 $20\text{g/cm}^2 \sim 60\text{g/cm}^2$ 的压力向另一个电极按压,该弹性垫由金属线集合体构成,该金属线集合体是通过将多张使用由2~8根线径为 $0.02\text{mm} \sim 0.09\text{mm}$ 的金属线构成的线束织成并卷曲的金属网重叠起来而得到的,具有50%变形时的回弹力为 $30\text{g/cm}^2 \sim 50\text{g/cm}^2$ 且20%压缩变形时的压力为 $10\text{g/cm}^2 \sim 30\text{g/cm}^2$ 的弹性”。

[0020] 另一方面,使用于碱性水的电解的一般的隔膜是多孔质膜,其离子交换作用不依赖于离子交换基团的化学作用,因此认为即使电极夹持隔膜的面压力较大,隔膜的离子交换能力也难以降低。即,在以往的零间隙型碱性水电解槽中,如果能够增大电极夹持隔膜的面压力,则不会较大程度地损害隔膜的使用寿命,即使电解槽内的压力变动,也能够更稳定地维持零间隙构造,并且能够期待增大零间隙区域在电极面积中所占的比例并提高能量效率。然而,在以往的零间隙型碱性水电解槽中,当想要提高电极夹持隔膜的面压力时,弹性垫被压溃,因此不能维持零间隙构造,电极-隔膜间的面压力分布的均匀性降低。当电极-隔膜间的面压力分布变得不均匀时,电极面的电解电流的分布也容易变得不均匀。电极面的电解电流分布的不均匀反而导致运转电压的增大和能量效率的降低。

[0021] 本发明的课题在于,提供一种能够提高碱性水电解槽的能量效率的碱性水电解槽用弹性垫。另外,提供一种具备该弹性垫的碱性水电解槽以及使用该碱性水电解槽的气体制造方法。

[0022] 用于解决问题的方案

- [0023] 本发明包含以下[1]~[14]的技术方案。
- [0024] [1]一种碱性水电解槽用弹性垫,其中,该碱性水电解槽用弹性垫具备至少一张使用金属线织成或编成的、在厚度方向上具有弹簧弹性的金属网,
- [0025] 所述金属线是线径为0.16mm~0.29mm的单线或者通过将多根线径为0.08mm~0.15mm的单线集束起来而成的线束,或它们的组合。
- [0026] [2]根据[1]所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
- [0027] 该碱性水电解槽用弹性垫的50%压缩变形时的每单位面积的回弹力为100gf/cm²~450gf/cm²。
- [0028] [3]根据[1]或[2]所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
- [0029] 对于该碱性水电解槽用弹性垫,当重复两次50%压缩变形时,第二次50%压缩变形时的每单位面积的回弹力为40gf/cm²以上。
- [0030] [4]根据[1]~[3]中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
- [0031] 所述金属网被赋形为在该金属网的厚度方向上具有振幅的波形状。
- [0032] [5]根据[4]所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
- [0033] 多张所述金属网在厚度方向上重叠,
- [0034] 以相邻的两张所述金属网为组的各组所述金属网以在俯视观察所述弹性垫时,赋形于该组的一个金属网的所述波形状的棱部与赋形于所述组的另一个金属网的所述波形状的棱部交叉的方式重叠。
- [0035] [6]根据[1]~[5]中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,其中,
- [0036] 该碱性水电解槽用弹性垫的总厚度为7.5mm~10mm。
- [0037] [7]一种碱性水电解槽,其中,该碱性水电解槽具备:
- [0038] 阳极室,其收纳阳极并且产生氧气;
- [0039] 阴极室,其收纳阴极并且产生氢气;
- [0040] 具有离子渗透性的隔膜,其将所述阳极室与所述阴极室划分开;以及
- [0041] 第1弹性垫,其为[1]~[6]中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,
- [0042] 作为所述阴极的第1电极是具有挠性的多孔板,被所述第1弹性垫朝向作为所述阳极的第2电极按压。
- [0043] [8]一种碱性水电解槽,其中,该碱性水电解槽具备:
- [0044] 阳极室,其收纳阳极并产生氧气;
- [0045] 阴极室,其收纳阴极并产生氢气;
- [0046] 具有离子渗透性的隔膜,其将所述阳极室与所述阴极室划分开;以及
- [0047] 第1弹性垫,其为[1]~[6]中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,
- [0048] 作为所述阳极的第1电极是具有挠性的多孔板,被所述第1弹性垫朝向作为所述阴极的第2电极按压。
- [0049] [9]根据[7]或[8]所述的碱性水电解槽,其中,所述第2电极是刚体多孔板。
- [0050] [10]根据[9]所述的碱性水电解槽,其中,该碱性水电解槽还具备第2弹性垫,该第2弹性垫为[1]~[6]中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,
- [0051] 所述第2电极被所述第2弹性垫朝向所述第1电极按压。
- [0052] [11]根据[7]或[8]所述的碱性水电解槽,其中,该碱性水电解槽还具备第2弹性

垫,该第2弹性垫为[1]~[6]中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,

[0053] 所述第2电极是具有挠性的第2多孔板,

[0054] 所述第2电极被所述第2弹性垫朝向所述第1电极按压。

[0055] [12]根据[7]或[8]所述的碱性水电解槽,其中,该碱性水电解槽还具备与所述第2电极相接地配置的、具有导电性的刚体集电体,

[0056] 所述第2电极是具有挠性的第2多孔板,

[0057] 所述第2电极由所述刚体集电体支承。

[0058] [13]根据[12]所述的碱性水电解槽,其中,该碱性水电解槽还具备第2弹性垫,该第2弹性垫为所述[1]~[6]中任一项所述的碱性水电解槽用弹性垫,

[0059] 所述第2电极被所述第2弹性垫隔着所述刚体集电体朝向所述第1电极按压。

[0060] [14]一种气体制造方法,其是电解碱性水来制造氢气和氧气的方法,其中,该方法包括:

[0061] (a)使用[7]~[13]中任一项所述的碱性水电解槽来电解碱性水的工序。

[0062] 发明的效果

[0063] 根据本发明的第1技术方案的碱性水电解槽用弹性垫,通过金属网由预定的金属线织成或编成,能够提高回弹力。通过在碱性水电解槽中使用本发明的碱性水电解槽用弹性垫作为导电性弹性垫,能够不损害电极夹持隔膜的面压力的均匀性地提高该面压力,增大零间隙区域在电极面积中所占的比例,因此能够提高碱性水电解槽的能量效率。

[0064] 根据本发明的第2技术方案的碱性水电解槽,一个电极被本发明的第1技术方案的弹性垫朝向另一个电极按压。由此,能够不损害电极夹持隔膜的面压力的均匀性地提高该面压力,增大零间隙区域在电极面积中所占的比例,因此能够降低运转电压并且提高能量效率。

[0065] 根据本发明的第3技术方案的气体制造方法,使用本发明的第2技术方案的碱性水电解槽进行电解,因此能够降低运转电压并且提高能量效率。

附图说明

[0066] 图1是示意性地说明以往的一个实施方式的零间隙型电解槽900的剖视图。

[0067] 图2是示意性地说明本发明的一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫100的图,图2的(A)是俯视图,图2的(B)是图2的(A)的B-B向视剖视图,图2的(C)是图2的(A)的C-C向视剖视图,图2的(D)是图2的(A)的D-D向视剖视图。

[0068] 图3是一个实施方式的金属网10的局部放大俯视图。

[0069] 图4是示意性地说明平面状的金属网10-pre1的图,图4的(A)是金属网10-pre1的俯视图,图4的(B)是金属网10-pre1的主视图。

[0070] 图5是示意性地说明筒状的金属网10-cyl和由该筒状的金属网10-cyl得到的金属网10-pre2的图,图5的(A)是筒状的金属网10-cyl的俯视图,图5的(B)是筒状的金属网10-cyl的主视图,图5的(C)是金属网10-pre2的俯视图,图5的(D)是金属网10-pre2的主视图。

[0071] 图6是示意性地说明本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫200的俯视图。

[0072] 图7是示意性地说明本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫300的俯

视图。

[0073] 图8是示意性地说明本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫400的图,图8的(A)是弹性垫400的俯视图,图8的(B)是弹性垫400的主视图,图8的(C)是图8的(B)的C-C向视剖视图。

[0074] 图9是弹性垫400的透视俯视图。

[0075] 图10是本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫500的透视俯视图。

[0076] 图11是本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫600的透视俯视图。

[0077] 图12是示意性地说明本发明的一个实施方式的碱性水电解槽1000的剖视图。

[0078] 图13是示意性地说明本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽2000的剖视图。

[0079] 图14是示意性地说明本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽3000的剖视图。

[0080] 图15是示意性地说明本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽4000的剖视图。

[0081] 图16是示意性地说明本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽5000的剖视图。

[0082] 图17是示意性地说明本发明的另一个实施方式的碱性水电解槽6000的剖视图。

[0083] 图18的(A)是示意性地说明用于测量弹性垫的压缩变形时的每单位面积的回弹力的金属制容器90的俯视图。图18的(B)是图18的(A)的B-B剖视图。

[0084] 图19的(A)是示意性地说明在图18的(B)中的底板91之上配置试验片94的状态的剖视图。图19的(B)是示意性地说明按压板95与试验片94接触前的金属制容器90、试验片94以及按压板95的位置关系的剖视图。图19的(C)是示意性地说明在使按压板下降至试验片94的厚度成为初始厚度 t_{init} 的50%的时刻的金属制容器90、试验片94以及按压板95的位置关系的剖视图。图19的(D)是示意性地说明将按压板95提起并且试验片94的形状充分恢复的状态的剖视图。图19的(E)是示意性地说明第二次50%压缩变形时的金属制容器90、试验片94以及按压板95的位置关系的剖视图。

具体实施方式

[0085] 根据以下说明的用于实施发明的方式,可明确本发明的上述的作用和优点。以下,参照附图,对本发明的实施方式进行说明。不过,本发明并不限于这些方式。此外,附图未必反映的是准确的尺寸。另外,在附图中,有时会省略一部分附图标记。在本说明书中,有关数值A和B,只要未特别说明,“A~B”这样的表达就意为“大于等于A且小于等于B”。在该表达中仅对数值B附带单位的情况下,该单位也被应用于数值A。另外,有关“或”和“或者”这些用词,只要未特别说明,就意为逻辑或。另外,有关要素 E_1 和 E_2 ,“ E_1 和/或 E_2 ”这样的表达意为“ E_1 或者 E_2 、或它们的组合”,有关要素 E_1 、 \dots 、 E_N (N是3以上的整数),“ E_1 、 \dots 、 E_{N-1} 、和/或 E_N ”这样的表达意为“ E_1 、 \dots 、 E_{N-1} 、或者 E_N 、或它们的组合”。

[0086] <1.碱性水电解槽用弹性垫>

[0087] 图2是示意性地说明本发明的一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫100(以下也称为“弹性垫100”)的图。在图2中,图2的(A)是弹性垫100的俯视图,图2的(B)是图2的(A)的B-B向视剖视图,图2的(C)是图2的(A)的C-C向视剖视图,图2的(D)是图2的(A)的D-D向视剖视图。

[0088] 如图2的(A)所示,弹性垫100具备金属网10。金属网10是使用金属线织成或编成的金属网,是在厚度方向上具有弹簧弹性的金属网。如图2的(B)、图2的(C)以及图2的(D)所

示,金属网10在该金属网10的大致整个面被赋形为在该金属网10的厚度方向(与图2的纸面垂直的方向)上具有振幅的波形状(三角波形状)。在图2的(A)中,用实线表示波形状的棱部(棱线)R、R、…。如图2的(D)所示,在相邻的棱部(棱线)R、R、…之间分别存在谷部(谷线)V、V、…。通过金属网10被赋形为在厚度方向上具有振幅的波形状,金属网10在厚度方向上具有弹簧弹性。在俯视观察金属网10(图2的(A))时,由于赋形于金属网10的波形状,直线状的棱部(棱线)R、R、…表现为平行。此外,图2的(A)中的箭头L表示金属网10的编织的行进方向(后述),箭头W表示金属网10的编织的宽度方向(后述)。

[0089] 图3是一个实施方式的金属网10的局部放大俯视图。在图3中,有时对在图2中已经示出的要素标注与图2的附图标记相同的附图标记,省略说明。为了便于说明,赋形于金属网10的波形状未在图3中示出。如图3所示,金属网10使用金属线1-1、1-2、1-3、1-4、…(以下,也称为“金属线1-n”(n=1、2、…)或简称为“金属线1”)来编成。

[0090] 金属线1是线径为0.16mm~0.29mm的单线或者通过将多根线径为0.08mm~0.15mm的单线集束起来而成的线束,或它们的组合。即,各金属线1可以是线径为0.16mm~0.29mm的单线,也可以是通过将多根线径为0.08mm~0.15mm的单线集束而成的线束。另外,金属网10也可以是单线与线束的混合织物或混合编物。例如,也可以是,金属线1-1、1-3、…1-(2k-1)、…是单线,金属线1-2、1-4、…1-(2k)、…是线束(k=1、2、…)。

[0091] 在金属线1是单线的情况下,其线径像上述那样是0.16mm~0.29mm,优选为0.16mm~0.25mm。在金属线1是线束的情况下,构成线束的单线的线径像上述那样是0.08mm~0.15mm,优选为0.08mm~0.12mm。通过使线径为上述下限值以上,能够提高弹性垫100的弹簧弹性,因此在弹性垫100使用于碱性水电解槽时,即使电解槽内的压力变动,也能够更稳定地维持零间隙构造,并且能够不损害电极夹持隔膜的面压力的均匀性地提高该面压力,提高零间隙区域在电极面积中所占的比例,从而能够提高能量效率。另外,通过线径为上述上限值以下,能够提高重复回弹性,在长期的使用中也能够维持充分的回弹力,因此能够长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。

[0092] 构成线束的单线的根数没有特别限制,但优选为2~4根,在一个实施方式中能够是2~3根。通过构成线束的单线的根数是上述下限值以上,能够提高弹性垫100的弹簧弹性,因此在弹性垫100使用于碱性水电解槽时,即使电解槽内的压力变动,也能够更稳定地维持零间隙构造,并且能够不损害电极夹持隔膜的面压力的均匀性地提高该面压力,提高零间隙区域在电极面积中所占的比例,从而能够提高能量效率。另外,通过构成线束的单线的根数是上述上限值以下,能够抑制隔膜表面的机械损伤。

[0093] 作为金属线1,能够优选使用韧性较大且具有耐碱性的金属线。而且,弹性垫100也作为集电体发挥功能,因此金属线1优选为导电率较高。作为像这样的金属线的例子,能够优选举出镍线、软钢线、SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等不锈钢线,以及对上述这些物质实施镀镍所制成的金属线。在一个实施方式中,也可以并用多种不同的材质的金属线。例如,也可以并用韧性较大但导电率不是特别优异的软钢线、不锈钢线与导电率较高但韧性不是特别优异的镍线。另外,在一个实施方式中,也可以使用通过将多根多种不同的材质的单线集束起来而成的线束。

[0094] 图3所示的编法为针织(日文:メリヤス編み)。图3中的箭头L表示编织的行进方向,与箭头L垂直的箭头W表示编织的宽度方向。如图3所示,各金属线1-n以交替地重复形成向

彼此相反的方向突出的第1线圈部1-n1a和第2线圈部1-n1b的方式弯折。即,在各金属线1-n的长度方向上,第1线圈部1-n1a、1-n1a、…与第2线圈部1-n1b、1-n1b、…交替地设置。例如金属线1-1以交替地重复形成向彼此相反的方向突出的第1线圈部1-11a和第2线圈部1-11b的方式弯折,其结果为,在金属线1-1的长度方向上,第1线圈部1-11a、1-11a、…与第2线圈部1-11b、1-11b、…交替设置。并且,以金属线1-(n+1)的各第1线圈部1-(n+1)1a穿过金属线1-n的各第1线圈部1-n1a并且金属线1-n的各第2线圈部1-n1b穿过金属线1-(n+1)的各第2线圈部1-(n+1)1b的方式使相邻的金属线1-n与金属线1-(n+1)相互钩挂。换言之,金属线1-(n+1)的各第2线圈部1-(n+1)1b钩挂在金属线1-n的相邻的第1线圈部1-n1a、1-n1a的各组,并且金属线1-n的各第1线圈部1-n1a钩挂在金属线1-(n+1)的相邻的第2线圈部1-(n+1)1b、1-(n+1)1b的各组。通过像这样对金属线1-1、1-2、…进行针织,能够提高弹性垫100的弹簧弹性和重复回弹性(回弹力的维持性)。此外,在图3中,为了图的可读性,关于各金属线1-n仅示出五个第1线圈部1-n1a,仅示出四个第2线圈部1-n1b,不过说到底,图3是局部放大图。本领域技术人员能够根据金属网10的尺寸来适当决定各金属线1-n所具备的第1线圈部1-n1a、1-n1a、…和第2线圈部1-n1b、1-n1b、…的数量。

[0095] 各金属线1-n具有第1端部1-ne和第2端部1-nf。金属线1的端部的处理不限于于特定的方式。

[0096] 在一个实施方式中,也可以是,各金属线1-n的第1端部1-ne与相邻的金属线1-(n+1)的第1端部1-(n+1)e接合,并且各金属线1-n的第2端部1-nf与相邻的金属线1-(n+1)的第2端部1-(n+1)nf接合。根据该方式的端部处理,得到具有一层图3所示的由金属线1-1、1-2、1-3、…编成的层(以下也称为“单位层10-unit”。)的平面状的金属网10-pre1。图4是示意性地说明该方式的金属网10-pre1的图,图4的(A)是金属网10-pre1的俯视图,图4的(B)是金属网10-pre1的主视图。在图4中,有时对在图2~3中已经示出的要素标注与图2~3中的附图标记相同的附图标记,省略说明。如图4的(B)所示,金属网10-pre1为平面状,仅具有一层单位层10-unit。此外,在将金属线1的端部彼此接合时,能够没有特别限制地使用焊接、压接、钎焊、连结连接等公知的接合方法。

[0097] 在另一个实施方式中,也可以是,金属线1-(2k-1) (k=1、2、…)的第1端部1-(2k-1)e与相邻的金属线1-(2k) (k=1、2、…)的第1端部1-(2k)e接合或连续,金属线1-(2k) (k=1、2、…)的第2端部1-(2k)f与相邻的金属线1-(2k+1) (k=1、2、…)的第2端部1-(2k+1)f接合或连续。例如在图3中,也可以是,金属线1-1的第1端部1-1e与金属线1-2的第1端部1-2e连续,并且金属线1-2的第2端部1-2f与金属线1-3的第2端部1-3f连续;金属线1-3的第1端部1-3e与金属线1-4的第1端部1-4e连续,并且金属线1-4的第2端部1-4f与金属线1-5的第2端部1-5f(未图示)连续。根据该方式的端部处理,能够利用一根连续的金属线(可以是单线也可以是线束。)编成具有一层单位层10-unit的平面状的金属网10-pre1(图4)的整体。

[0098] 在另一个实施方式中,也可以是,各金属线1-n的第1端部1-ne与该金属线1-n的第2端部1-nf接合。根据该方式的端部处理,作为整体得到筒状的金属网10-cyl(图5的(A)、图5的(B))。图5是示意性地说明筒状的金属网10-cyl和由该筒状的金属网10-cyl得到的金属网10-pre2的图。图5的(A)是筒状的金属网10-cyl的俯视图,图5的(B)是筒状的金属网10-cyl的主视图。在图5中,有时对在图2~4中已经示出的要素标注与图2~4中的附图标记相同的附图标记,省略说明。通过沿筒的径向(图5的(B)的与纸面平行的方向)压扁筒状的金

属网10-cyl,得到具有层叠了两层单位层10-unit(参照图3.)的构造的、平面状的金属网10-pre2。图5的(C)是金属网10-pre2的俯视图,图5的(D)是金属网10-pre2的主视图。如图5的(D)所示,在金属网10-pre2中,两层单位层10-unit在编织的宽度方向端部连续。此外,在图5的(D)中,为了便于图示,以在单位层10-unit、10-unit之间具有间隔的方式记载,但实际上两者接触。

[0099] 在另一个实施方式中,也可以是,各金属线1-n的第1端部1-ne与相邻于该金属线1-n的编织行进方向(箭头L)的下游侧(图3的纸面上侧)的金属线1-(n+1)的第2端部1-(n+1)f接合或连续。例如在图3中,也可以是,金属线1-1的第1端部1-1e与金属线1-2的第2端部1-2f连续;金属线1-2的第1端部1-2e与金属线1-3的第2端部1-3f连续;金属线1-3的第1端部1-3e与金属线1-4的第2端部1-4f连续;金属线1-4的第1端部1-4e与金属线1-5的第2端部1-5f(未图示)连续。根据该方式的端部处理,也作为整体而得到筒状的金属网10-cyl(参照图5的(A)、图5的(B))。根据该方式,能够用一根连续的金属线1(可以是单线也可以是线束)编成筒状的金属网10-cyl的整体。该方式的端部处理例如能够通过使用具备筒状的模具的编织机来进行。像上述那样,通过沿筒的径向压扁该筒状的金属网10-cyl,得到具有层叠了两层单位层10-unit(参照图3.)的构造的、平面状的金属网10-pre2(图5的(C)、图5的(D))。

[0100] 通过将在金属网的厚度方向上具有振幅的波形状赋形于金属网10-pre1或10-pre2,得到在厚度方向上具有弹簧弹性的金属网10(参照图2.)。在将波形状赋形于平面状的金属网时,能够没有特别限制地使用利用具有波形的辊等模具的冲压加工等公知的方法。当再次参照图2时,金属网10的波形状优选为在俯视观察时以该波形状的棱部(棱线)R、R、…与金属网10的编织方向(箭头W)交叉的方式赋形。根据该方式,容易长期地维持被赋形的波形状。

[0101] 赋形于金属网10的波形状的间距 λ (在俯视观察金属网时相邻的棱部(棱线)R之间的间隔。参照图2的(A))优选为10mm~30mm,更优选为14mm~16mm。通过波形状的间距 λ 为上述上限值以下,能够使弹性垫按压电极的压力在电极的整个面上更均匀。另外,通过波形状的间距 λ 为上述下限值以上,容易对金属网10赋予厚度方向上的弹簧弹性。

[0102] 弹性垫100的50%压缩变形时的每单位面积的回弹力优选为100gf/cm²~450gf/cm²,更优选为150gf/cm²~300gf/cm²。通过使弹性垫100的50%压缩变形时的每单位面积的回弹力为上述下限值以上,在弹性垫100使用于碱性水电解槽时,即使电解槽内的压力变动也能够更稳定地维持零间隙构造,并且能够不损害电极夹持隔膜的面压力的均匀性地进一步提高该面压力,进一步提高零间隙区域在电极面积中所占的比例,从而能够进一步提高能量效率。另外,通过使弹性垫100的50%压缩变形时的每单位面积的回弹力为上述上限值以下,进一步提高重复回弹性,在长期的使用中也维持充分的回弹力,容易长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。在本说明书中,弹性垫的“50%压缩变形”是指以弹性垫的厚度成为变形前的50%的方式使弹性垫在厚度方向上压缩变形。

[0103] 当重复两次弹性垫100的50%压缩变形时,第二次50%压缩变形时的每单位面积的回弹力优选为40gf/cm²以上,更优选为50gf/cm²以上。通过使第二次50%压缩变形时的每单位面积的回弹力为上述下限值以上,而更长期地维持重复回弹性,并且容易长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。在本说明书中,弹性垫的“重复两次50%压缩变形”是

指在进行第一次50%压缩变形后,除去施加于弹性垫的压缩力,使弹性垫的厚度充分地自然恢复后,再次使弹性垫在厚度方向上压缩变形以使弹性垫的厚度成为初始厚度(第一次50%压缩变形前的厚度)的50%。

[0104] 在本说明书中,弹性垫的第一次和第二次50%压缩变形时的每单位面积的回弹力的测量方法像以下那样。参照图18和图19。图18的(A)是示意性地说明金属制容器90的俯视图,图18的(B)是图18的(A)的B-B剖视图。金属制容器90具有正方形形状的底板91和立起设置于底板91的外周部的壁板92,并且具有纵长、横长均为150mm的正方形形状的截面的内部空间93。内部空间93的深度为10mm以上。在金属制容器90的底板91之上配置通过将弹性垫裁切为纵长、横长均为150mm的正方形形状而成的试验片94。图19的(A)是示意性地说明在图18的(B)中在底板91之上配置试验片94的状态的剖视图。在将纵长、横长均为150mm的正方形形状的金属制的按压板95维持为相对于金属制容器90的底板91平行的状态下,使其从金属制容器90的上方朝向试验片94缓慢地下降,测量使按压板下降至试验片94的厚度成为初始厚度 t_{init} 的50%的时刻的回弹力(即第一次50%压缩变形时的回弹力)。通过将测量出的回弹力除以试验片94的面积,能够求出第一次50%压缩变形时的每单位面积的回弹力。图19的(B)是示意性地说明按压板95与试验片94接触前的金属制容器90、试验片94以及按压板95的位置关系的剖视图,图19的(C)是示意性地说明在使按压板下降至试验片94的厚度成为初始厚度 t_{init} 的50%的时刻的金属制容器90、试验片94以及按压板95的位置关系的剖视图。此外,在图19中,按压板95被保持于杆96。接着,将按压板95从金属制容器90的底部缓慢地提起至充分离开试验片的初始厚度 t_{init} 的位置,等到试验片的形状充分恢复。图19的(D)是示意性地说明将按压板95提起并且试验片94的形状充分恢复的状态的剖视图。此外,在图19的(D)中,试验片94的厚度恢复至初始厚度 t_{init} ,但只要试验片94的形状充分恢复即可,未必需要试验片94的厚度恢复至初始厚度 t_{init} 。在从提起按压板95之后经过充分的时间(例如10分钟。)试验片94的厚度也未恢复至初始厚度 t_{init} 的情况下,在该状态下进行第二次50%压缩试验。在试验片94的形状恢复后,再次在将按压板维持为相对于金属制容器内部的底面平行的状态下使其缓慢地降下,测量使按压板下降至试验片的厚度成为初始厚度(第一次压缩变形前的厚度)的50%的时刻的回弹力(即第二次50%压缩变形时的回弹力)。通过将测量出的回弹力除以试验片94的面积,能够求出第二次50%压缩变形时的每单位面积的回弹力。图19的(E)是示意性地说明第二次50%压缩变形时的金属制容器90、试验片94以及按压板95的位置关系的剖视图。使用负荷传感器进行按压板与试验片接触的情况的检测和从试验片向按压板施加的回弹力的测量。在试验的整个过程中,按压板95维持为相对于金属制容器90的底板91平行。

[0105] 弹性垫100的厚度(压缩变形前的厚度) t (参照图2。)优选为7.5mm~10mm。通过弹性垫的厚度 t 在上述范围内,弹性垫的压缩变形时的回弹力处于优选的范围。在本说明书中,弹性垫的厚度不是指金属网的单位层10-unit的厚度本身,而是指在金属网被赋形为波形状(以及任意地层叠)而成为弹性垫后,将该弹性垫铺在平坦的台之上时弹性垫距台的表面的最大高度。

[0106] 在关于本发明的上述说明中,在俯视观察金属网10(参照图2的(A。))时,作为例子而举出赋形于金属网10的波形状是三角波状的方式的弹性垫100,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为赋形于金属网的波形状是正弦波状、锯齿波状、方形波状等方式的弹

性垫100。另外,例如这些波形也可以从理想的正弦波等变形。例如也能够设为赋形于金属网的波形状是变形的正弦波状、变形的三角波状、变形的锯齿波状、变形的方形波状等方式的弹性垫。

[0107] 在关于本发明的上述说明中,在俯视观察金属网10(参照图2的(A))时,作为例子而举出赋形于金属网10的波形状的棱部(棱线)R表现为直线状的方式的弹性垫100,但本发明不限于该方式。图6和图7是分别示意性地说明另一实施方式的碱性水电解槽用弹性垫200、300(以下有时分别称为“弹性垫200”和“弹性垫300”)的俯视图,它们是与图2的(A)对应的图。在图6和图7中,有时对在图2~5中已经示出的要素标注与图2~5中的附图标记相同的附图标记,省略说明。例如,也能够设为在俯视观察金属网210时赋形于金属网210的波形状的棱部(棱线)R、R、…表现为字母V型的方式的弹性垫200(图6)。另外,例如也能够设为在俯视观察金属网310时赋形于金属网310的波形状的棱部(棱线)R、R、…表现为锯齿型的方式的弹性垫300(图7)。

[0108] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出由一张金属网构成的方式的弹性垫100、200、300,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为通过将两张以上的金属网层叠起来而成的方式的弹性垫。图8是示意性地说明像那样的另一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫400(以下也称为“弹性垫400”)的图。在图8中,有时对在图2~7中已经示出的要素标注与图2~7中的附图标记相同的附图标记,省略说明。弹性垫400具有通过将两张金属网10a、10b层叠起来而成的构造。图8的(A)是弹性垫400的俯视图,仅表示出上层侧的金属网10a。图8的(B)是弹性垫400的主视图,表示出上层侧的金属网10a和下层侧的金属网10b这两者。图8的(C)是图8的(B)的C-C向视剖视图,仅表示出下层侧的金属网10b。金属网10a和10b与上述说明的金属网10相同。不过,下层侧的金属网10b相对于上层侧的金属网10a在俯视观察时朝向相差90°。图9是弹性垫400的透视俯视图,是与图8的(A)对应的图。在图9中,有时对在图2~8中已经示出的要素标注与图2~8中的附图标记相同的附图标记,省略说明。在图9中省略阴影,仅示出金属网10a和10b的棱部(棱线)R、R、…。不过,在图9中,金属网10a的棱部(棱线)R、R、…用实线表示,金属网10b的棱部(棱线)R、R、…用虚线表示。

[0109] 如图8和图9所示,在弹性垫400中,相邻的两张金属网10a、10b以在俯视观察时赋形于一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…与赋形于另一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…交叉的方式层叠。像这样,通过以在俯视观察时赋形于相邻的两张金属网的波形状的棱部(棱线)交叉的方式层叠多个金属网,由赋形于一个金属网(下层侧的金属网10b)的波形状的棱部R、R、…支承赋形于另一个金属网(上层侧的金属网10a)的波形状的谷部V、V、…(参照图2的(D))。由此,能够使上层侧的金属网的弹簧弹性与下层侧的金属网的弹簧弹性串联地发挥作用。另外,即使由于振动等在上层侧的金属网10a与下层侧的金属网10b之间产生偏移,也能够通过赋形于下层侧的金属网10b的波形状的棱部(棱线)R、R、…向赋形于上层侧的金属网10a的波形状的棱部(棱线)R、R、…的里侧的凹部嵌入来抑制作为弹性垫400整体的弹簧弹性变得不均匀的情况。

[0110] 在弹性垫400中,相邻的金属网10a、10b的组通过至少在周缘部接合而成为一体。在将相邻的金属网的组接合时,能够没有特别限制地使用焊接、软钎焊、销固定、用树脂线或金属线连结等公知的接合方法。

[0111] 关于弹性垫400的厚度(压缩变形前的厚度)t(参照图8的(B))、50%压缩变形时

的每单位面积的回弹力和重复两次50%压缩变形时的第二次50%压缩变形时的每单位面积的回弹力、以及弹性垫400的金属网10的波形状的间距 λ 的优选的方式,像上述对弹性垫100说明的那样。

[0112] 从在碱性水电解槽中使弹性垫按压电极的压力在电极的整个面上更均匀的观点来看,赋形于金属网的波形状的间距 λ (在俯视观察金属网时的相邻的棱部(棱线)R之间的间隔。参照图2的(A)、图6、图7、图8的(A)以及图8的(C。))优选为在能够确保弹簧弹性的范围内较窄。然而,将同时具有较窄的间距 λ (波长)和较大的振幅的波形状赋形于金属网未容易。根据像弹性垫400那样层叠多张金属网的方式,通过层叠赋形为间距 λ 较窄且振幅比较小的波形状的金属网,能够得到期望的厚度的弹性垫,因此得到较厚的弹性垫,同时也容易使波形状的间距变窄,并且容易提高弹性垫的重复回弹性,从而长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。另外,根据层叠多张金属网的方式,也能够得到用一张金属网无法得到的回弹力。在弹性垫400中,层叠多张相同的金属网10,但也可以层叠多张具有不同的回弹力的金属网。利用层叠多张具有不同的回弹力的金属网的方式的弹性垫,能够自如地调整弹性垫的回弹力。

[0113] 金属网10单独的厚度 t_{unit} 在弹性垫100中等于弹性垫100整体的厚度 t ,在弹性垫400中等于 $t/2$,其中将弹性垫400整体的厚度作为 t 。金属网单独的厚度 t_{unit} 相对于赋形于该金属网的波形状的间距 λ 的比 t_{unit}/λ (无量纲数)优选为 $0.25 \sim 1.00$,更优选为 $0.46 \sim 0.71$ 。通过比 t_{unit}/λ 为上述下限值以上,容易提高作为弹性垫整体的回弹力。另外,通过比 t_{unit}/λ 为上述上限值以下,容易提高弹性垫的重复回弹性。

[0114] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出通过将多张具有在俯视观察时呈直线状的棱部(棱线)R、R、…的金属网10层叠起来而成的弹性垫400,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为通过将多张在俯视观察时棱部(棱线)R、R、…表现为字母V型的金属网210(图6)、在俯视观察时棱部(棱线)R、R、…表现为锯齿型的金属网310(图7)层叠起来而成的弹性垫。在像那样的情况下,金属网的层叠也优选为,以对于以相邻的两张金属网为组的各组金属网,赋形于一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…与赋形于另一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…在俯视观察时交叉的方式进行。

[0115] 图10是像那样的另一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫500(以下也称为“弹性垫500”)的透视俯视图,是与图9对应的图。在图10中,有时对在图2~9中已经示出的要素标注与图2~9中的附图标记相同的附图标记,省略说明。弹性垫500是通过将两张金属网210(参照图6。)层叠起来而成的弹性垫。在图10中省略阴影,仅示出各金属网210、210的棱部(棱线)R、R、…。不过,在图10中,一个金属网210的棱部(棱线)R、R、…用实线表示,另一个金属网210的棱部(棱线)R、R、…用虚线表示。如图10所示,在弹性垫500中,通过将以金属网的编织方向成为相互不同的朝向的方式配置的两张金属网210层叠起来,而在相邻的两张金属网210、210的组中,赋形于一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…与赋形于另一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…在俯视观察时交叉。

[0116] 图11是又一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫600(以下也称为“弹性垫600”)的透视俯视图,是与图9对应的图。在图11中,有时对在图2~10中已经示出的要素标注与图2~10的附图标记相同的附图标记,省略说明。弹性垫600是通过将两张金属网310(参照图7。)层叠起来而成的弹性垫。在图11中省略阴影,仅示出各金属网310、310的棱部(棱线)R、

R、…。不过,在图11中,一个金属网310的棱部(棱线)R、R、…用实线表示,另一个金属网310的棱部(棱线)R、R、…用虚线表示。如图11所示,在弹性垫600中,通过将以金属网的编织方向成为相互不同的朝向的方式配置的两张金属网310层叠起来,在相邻的两张金属网210、210的组中,赋形于一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…与赋形于另一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…在俯视观察时交叉。

[0117] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出具备层叠的两张金属网而成的弹性垫400、500、600,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为具备层叠的三张以上金属网而成的弹性垫。层叠的金属网的张数能够优选为2~8张,更优选为2~4张。此外,在层叠有三张以上的金属网的金属垫中,金属网的层叠也优选为,以对于以相邻的两张金属网为组的各组金属网,赋形于一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…与赋形于另一个金属网的波形状的棱部(棱线)R、R、…在俯视观察时交叉的方式进行。

[0118] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出具备层叠的多张金属网而成,且以相邻并且层叠的金属网为组的各组金属网通过至少在周缘部接合而成为一体的方式的弹性垫400、500、600,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为层叠的多张金属网通过各金属网的周缘部与电解元件的凸缘部(后述)或集电体(后述)接合而保持为一体的方式的弹性垫。

[0119] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出具备使用金属线针织而成的金属网10、210、310的方式的弹性垫100、200、300、400、500、600,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为具备通过针织以外的织法或编法使用金属线织成或编成的金属网的方式的碱性水电解槽用弹性垫。在使用金属线织成或编成金属网时,其织法和编法只要能够使金属网在厚度方向上具有弹簧弹性,则没有特别限制。作为像这样的其他织法和编法,能够举出反针编织(日文:裏メリヤス編み)、罗纹编织等。

[0120] <2.碱性水电解槽>

[0121] 图12是示意性地说明本发明的一个实施方式的碱性水电解槽1000(以下也称为“电解槽1000”)的剖视图。在图12中,有时对在图2~11中已经示出的要素标注与图2~11中的附图标记相同的附图标记,省略说明。电解槽1000是具备上述说明的碱性水电解槽用弹性垫100(参照图2。)的碱性水电解槽。如图12所示,电解槽1000具备:阳极侧框体51,其包括具有导电性的背面分隔壁51a和与背面分隔壁51a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部51b,并且划定阳极室A;阴极侧框体52,其包括具有导电性的背面分隔壁52a和与背面分隔壁52a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部52b,并且划定阴极室C;具有离子渗透性的隔膜1010,其配置于阳极侧框体51与阴极侧框体52之间;一组垫片21、22,它们分别配置于隔膜1010与阳极侧框体51的凸缘部51b之间和隔膜1010与阴极侧框体52的凸缘部52b之间,并且夹着隔膜1010的周缘部;导电性肋部61、61、…(以下也称为“导电性肋部61”)。其从阳极侧框体51的背面分隔壁51a突出地设置;导电性肋部62、62、…(以下也称为“导电性肋部62”)。其从阴极侧框体52的背面分隔壁52a突出地设置;集电体72,其由导电性肋部62保持;具有导电性的弹性垫(第1弹性垫)100(参照图2。),其由集电体72保持;阴极(第1电极)30,其配置于弹性垫100与隔膜1010之间;以及阳极(第2电极)40,其由导电性肋部61保持。像这样,电解槽1000具备:阳极室A,其收纳阳极40并且产生氧气;阴极室C,其收纳阴极30并且产生氢气;具有离子渗透性的隔膜1010,其将阳极室A与阴极室C划分开;以及第1弹性垫

100,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫。在电解槽1000中,阴极(第1电极)30是具有挠性的多孔板(第1多孔板),阳极(第2电极)40是刚体多孔板(第2多孔板)。

[0122] 在电解槽1000中,通过阴极(第1电极)30被弹性垫(第1弹性垫)100朝向阳极(第2电极)40按压,实现在阴极(第1电极)30与阳极(第2电极)40之间夹持隔膜1010的零间隙构造。

[0123] 作为阳极侧框体51和阴极侧框体52,只要能够分别划定阳极室A和阴极室C,则能够没有特别限制地使用在碱性水电解槽使用的公知的框体。阳极侧框体51包括具有导电性的背面分隔壁51a和与背面分隔壁51a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部51b。相同地,阴极侧框体52也包括具有导电性的背面分隔壁52a和与背面分隔壁52a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部52b。背面分隔壁51a、52a将相邻的电解单元彼此划分开,且使相邻的电解单元彼此串联地电连接。凸缘部51b与背面分隔壁51a、隔膜1010以及垫片21一起划定阳极室,凸缘部52b与背面分隔壁52a、隔膜1010以及垫片22一起划定阴极室。凸缘部51b、52b具有与垫片21、22对应的形状。即,在利用阳极侧框体51和阴极侧框体52夹持垫片21、22以及隔膜1010时,阳极侧框体51的凸缘部51b无间隙地与垫片21接触,阴极侧框体52的凸缘部52b无间隙地与垫片22接触。此外,凸缘部51b具备:阳极液供给流路,其向阳极室A供给阳极液;以及阳极液回收流路,其从阳极液A回收阳极液和在阳极产生的气体,不过在图12中未示出。另外,凸缘部52b具备:阴极液供给流路,其向阴极室C供给阴极液;以及阴极液回收流路,其从阴极室C回收阴极液和在阴极产生的气体。作为背面分隔壁51a、52a的材质,能够没有特别限制地使用具有耐碱性的刚性的导电性材料,作为像那样的材料的例子,能够举出镍、铁等单体金属;SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等不锈钢;以及对上述这些物质实施镀镍所制成的金属材料。作为凸缘部51b、52b的材质,能够没有特别限制地使用具有耐碱性的刚性的材料,作为像那样的材料的例子,能够举出镍、铁等单体金属;SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等不锈钢;以及对上述这些物质实施镀镍所制成的金属材料;以及增强塑料等非金属材料。阳极侧框体51的背面分隔壁51a与凸缘部51b既可以通过焊接、粘接等接合,也可以由相同的材料形成为一体。相同地,阴极侧框体52的背面分隔壁52a与凸缘部52b既可以通过焊接、粘接等接合,也可以由相同的材料形成为一体。另外,在图12中仅示出单一的电解单元(电解槽1000),但可以是,阳极侧框体51的凸缘部51b还向与背面分隔壁51a相反的一侧(在图12中为纸面右侧)延伸,并且与背面分隔壁51a一起划定相邻的电解单元的阴极室,另外也可以是,阴极侧框体52的凸缘部52b还向与背面分隔壁52a相反的一侧(在图12中为纸面左侧)延伸,并且与背面分隔壁52a一起划定相邻的电解单元的阳极室。

[0124] 作为导电性肋部61和导电性肋部62,能够没有特别限制地使用在碱性水电解槽使用的公知的导电性肋部。在电解槽1000中,导电性肋部61从阳极侧框体51的背面分隔壁51a立起设置,导电性肋部62从阴极侧框体52的背面分隔壁52a立起设置。只要导电性肋部61能够将阳极40相对于阳极侧框体51固定和保持,则导电性肋部61的形状、数量以及配置没有特别限制。另外,只要导电性肋部62能够将集电体72相对于阴极侧框体52固定和保持,则导电性肋部62的形状、数量以及配置也没有特别限制。作为导电性肋部61和导电性肋部62的材质,能够没有特别限制地使用具有耐碱性的刚性的导电性材料,作为像这样的材料的例子,能够举出镍、铁等单体金属;SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等不锈钢;以及

对上述这些物质实施镀镍所制成的金属等材料。

[0125] 作为集电体72,能够没有特别限制地使用在碱性水电解槽使用的公知的集电体,例如能够优选采用由具有耐碱性的刚性的导电性材料构成的膨胀合金、冲压金属等。作为集电体72的材料例子,能够举出镍、铁等单体金属;SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等不锈钢;以及对上述这些物质实施镀镍所制成的金属等。在将集电体72保持于导电性肋部62时,能够没有特别限制地采用焊接、销固定等公知的方法。

[0126] 对于弹性垫100,像上述说明的那样。在将弹性垫100保持于集电体72时,能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。

[0127] 作为隔膜1010,能够没有特别限制地使用在碱性水电解用的零间隙型电解槽使用的公知的具有离子渗透性的隔膜。隔膜1010优选为气体渗透性较低,导电率较小,强度较高。作为隔膜1010的例子,能够举出由石棉和/或改性石棉构成的多孔质膜、使用聚矾类聚合物的多孔质膜、使用聚苯硫醚纤维的布、氟类多孔质膜、使用含有无机类材料和有机类材料这两者的混合材料的多孔质膜等具有离子渗透性的多孔质膜。

[0128] 作为垫片21、22,能够没有特别限制地使用能够使用于碱性水电解用的电解槽且具有电绝缘性的垫片。在图12中示出垫片21、22的截面。垫片21、22具有平坦的形状,夹持隔膜1010的周缘部,另一方面,该垫片21、22被夹持于阳极侧框体51的凸缘部51b与阴极侧框体52的凸缘部52b之间。垫片21、22优选为由具有耐碱性的弹性体形成。作为垫片21、22的材料例子,能够举出天然橡胶(NR)、苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)、氯丁橡胶(CR)、丁二烯橡胶(BR)、丙烯腈-丁二烯橡胶(NBR)、有机硅橡胶(SR)、乙丙橡胶(EPT)、乙丙二烯橡胶(EPDM)、氟橡胶(FR)、异丁烯-异戊二烯橡胶(IIR)、聚氨酯橡胶(UR)、氯磺化聚乙烯橡胶(CSM)等弹性体。另外,在使用不具有耐碱性的垫片材料的情况下,也可以通过包覆等,在该垫片材料的表面设置具有耐碱性的材料层。

[0129] 作为阴极(第1电极)30,能够没有特别限制地使用在碱性水电解用的零间隙型电解槽使用的公知的氢产生用的、为具有挠性的多孔板的阴极。阴极30通常具备导电性基材和包覆该基材的表面的催化剂层。作为阴极30的导电性基材,例如能够优选采用镍、镍合金、不锈钢、软钢、镍合金、或通过在不锈钢或者软钢的表面实施镀镍所制成的材料。作为阴极30的催化剂层,能够优选采用贵金属氧化物、镍、钴、钼、或者锰、或者上述这些物质的氧化物、或由贵金属氧化物构成的涂层。作为为具有挠性的多孔板的阴极30,能够使用具备具有挠性的导电性基材(例如由金属线织成的(或编成的)金属网、较薄的冲压金属等。)和上述催化剂层的多孔板。为具有挠性的多孔板的阴极30的一个孔的面积优选为 $0.05\text{mm}^2 \sim 2.0\text{mm}^2$,更优选为 $0.1\text{mm}^2 \sim 0.5\text{mm}^2$ 。为具有挠性的多孔板的阴极30的开孔率相对于通电面的面积优选为20%以上,更优选为20~50%。为具有挠性的多孔板的阴极30的弯曲柔软度优选为 0.05mm/g 以上,更优选为 $0.1\text{mm/g} \sim 0.8\text{mm/g}$ 。此外,在本说明书中,弯曲柔软度是指,针对纵长为 10mm ×横长为 10mm 的正方形形状的试样,使其成为水平的方式对该试样的一边进行固定,对与该固定的一边相对的另一边向下施加一定的载重时的该另一边(试样顶端)的挠曲幅度(mm)除以载重(g)而得到的值。即弯曲柔软度是表示与弯曲刚性相反的性质的参数。弯曲柔软度能够根据多孔板的材质和厚度、在为金属网的情况下构成金属网的金属线的织法(或编法)等进行调整。阴极30既可以固定于集电体72,也可以固定于弹性垫100。在将阴极30固定于集电体72或弹性垫100时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺

栓固定等公知的方法。另外,例如也可以通过将阴极30的周缘部折入集电体72的周端部来固定阴极30。在固定阴极30时,优选为以不损害弹性垫100的回弹性的方式固定阴极30。

[0130] 作为阳极(第2电极)40,能够没有特别限制地使用在碱性水电解用的零间隙型电解槽使用的公知的氧产生用的、为刚体多孔板的阳极。阳极40通常具备导电性基材和包覆该基材的表面的催化剂层。催化剂层优选为多孔质。作为阳极40的导电性基材,例如能够使用镍铁、钒、钼、铜、银、锰、铂系元素、石墨、或者铬、或上述这些物质的组合。在阳极40中能够优选使用由镍构成的导电性基材。催化剂层作为元素含有镍。催化剂层优选为含有氧化镍、金属镍、或者氢氧化镍、或上述这些物质的组合,也可以含有镍和一种以上的其他金属的合金。催化剂层特别优选为由金属镍构成。此外,催化剂层也可以还含有铬、钼、钴、钽、锆、铝、锌、铂系元素、或稀土类元素、或上述这些物质的组合。也可以在催化剂层的表面还含有作为追加催化剂的铈、钇、或者钨、或上述这些物质的组合。作为为刚体多孔板的阳极40,能够使用具备具有刚性的导电性基材(例如膨胀合金等。)和上述催化剂层的多孔板。在将阳极40保持于导电性肋部61时,能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。

[0131] 在电解槽1000中,阴极30被本发明的弹性垫100朝向阳极40按压,因此能够不损害阳极40与阴极30夹持隔膜1010的面压力的均匀性地提高该面压力,并且能够增大零间隙区域在电极面积中所占的比例。由此,能够降低运转电压并且提高能量效率。

[0132] 在电解槽1000中,阴极(第1电极)30被朝向阳极(第2电极)40按压的面压力优选为 $100\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 450\text{gf}/\text{cm}^2$,更优选为 $150\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 300\text{gf}/\text{cm}^2$ 。通过面压力为上述下限值以上,即使电解槽内的压力变动也能够更稳定地维持零间隙构造,并且能够进一步降低运转电压并且进一步提高能量效率。另外,通过面压力为上述上限值以下,进一步提高重复回弹性,在长期的使用中也维持充分的回弹力,容易长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。

[0133] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出阴极(第1电极)30是具有挠性的多孔板,且被第1弹性垫100朝向阳极(第2电极)40按压的方式的碱性水电解槽1000,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为,阳极40是具有挠性的多孔板,且被第1弹性垫100朝向阴极30按压的方式的碱性水电解槽。图13是示意性地说明像那样的另一个实施方式的碱性水电解槽2000(以下也称为“电解槽2000”)的剖视图。在图13中,有时对在图2~12中已经示出的要素标注与图2~12中的附图标记相同的附图标记,省略说明。如图13所示,电解槽2000具备:阳极侧框体51,其包括具有导电性的背面分隔壁51a和与背面分隔壁51a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部51b,并且划定阳极室A;阴极侧框体52,其包括具有导电性的背面分隔壁52a和与背面分隔壁52a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部52b,并且划定阴极室C;具有离子渗透性的隔膜1010,其配置于阳极侧框体51与阴极侧框体52之间;一组垫片21、22,它们分别配置于隔膜1010与阳极侧框体51的凸缘部51b之间和隔膜1010与阴极侧框体52的凸缘部52b之间,并且夹着隔膜1010的周缘部;导电性肋部61、61、...,其从阳极侧框体51的背面分隔壁51a突出地设置;导电性肋部62、62、...,其从阴极侧框体52的背面分隔壁52a突出地设置;集电体71,其由导电性肋部61保持;具有导电性的弹性垫(第1弹性垫)100(参照图2。),其由集电体71保持;阳极(第1电极)2040,其配置于弹性垫100与隔膜1010之间;以及阴极(第2电极)2030,其由导电性肋部62保持。像这样,电解槽2000具备:阳极室

A,其收纳阳极2040并且产生氧气;阴极室C,其收纳阴极2030并且产生氢气;具有离子渗透性的隔膜1010,其将阳极室A与阴极室C划分开;以及第1弹性垫100,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫。在电解槽2000中,阳极(第1电极)2040是具有挠性的多孔板(第1多孔板),阴极(第2电极)2030是刚体多孔板(第2多孔板)。

[0134] 在电解槽2000中,通过阳极(第1电极)2040被弹性垫(第1弹性垫)100朝向阴极(第2电极)2030按压,实现在阳极(第1电极)2040与阴极(第2电极)2030之间夹持隔膜1010的零间隙构造。

[0135] 作为集电体71,能够没有特别限制地使用在碱性水电解槽使用的公知的集电体,例如能够优选采用由具有耐碱性的刚性的导电性材料构成的膨胀合金、冲压金属、网状体等。作为集电体71的材料的例子,能够举出镍、铁等单体金属;SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等不锈钢;以及对上述这些物质实施镀镍所制成的金属等。在将集电体71保持于导电性肋部61时,能够没有特别限制地采用焊接、销固定等公知的方法。

[0136] 对于弹性垫100,像上述说明的那样。在将弹性垫100保持于集电体71时,能够没有特别限制地采用焊接、销固定等公知的方法。

[0137] 作为阳极(第1电极)2040,能够没有特别限制地使用与上述说明的阳极40相同的碱性水电解用阳极且为具有挠性的多孔板的阳极。作为为具有挠性的多孔板的阳极2040,能够使用具备具有挠性的导电性基材(例如由金属线织成的(或编成的)金属网、较薄的冲压金属等。)和上述催化剂层的多孔板。为具有挠性的多孔板的阳极2040的一个孔的面积优选为 $0.05\text{mm}^2 \sim 2.0\text{mm}^2$,更优选为 $0.1\text{mm}^2 \sim 0.5\text{mm}^2$ 。为具有挠性的多孔板的阳极2040的开孔率相对于通电面的面积优选为20%以上,更优选为20~50%。为具有挠性的多孔板的阳极2040的弯曲柔软度优选为 0.05mm/g 以上,更优选为 $0.1\text{mm/g} \sim 0.8\text{mm/g}$ 。阳极2040既可以固定于集电体71,也可以固定于弹性垫100。在将阳极2040固定于集电体71或弹性垫100时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如也可以通过将阳极2040的周缘部折入集电体71的周端部来固定阳极2040。在固定阳极2040时,优选为以不损害弹性垫100的回弹性的方式固定阳极2040。

[0138] 作为阴极(第2电极)2030,能够没有特别限制地使用与上述说明的阴极30相同的碱性水电解用阴极且为刚体多孔板的阴极。作为为刚体多孔板的阴极30,能够使用具备具有刚性的导电性基材(例如膨胀合金等。)和上述催化剂层的多孔板。在将阴极2030保持于肋部62时,能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。

[0139] 在电解槽2000中,阳极2040被本发明的弹性垫100朝向阴极2030按压,因此能够不损害阳极2040与阴极2030夹持隔膜1010的面压力的均匀性地提高该面压力,并且能够增大零间隙区域在电极面积中所占的比例。由此,能够降低运转电压并且提高能量效率。

[0140] 在电解槽2000中,阳极(第1电极)2040被朝向阴极(第2电极)2030按压的面压力优选为 $100\text{gf/cm}^2 \sim 450\text{gf/cm}^2$,更优选为 $150\text{gf/cm}^2 \sim 300\text{gf/cm}^2$ 。通过面压力为上述下限值以上,即使电解槽内的压力变动也能够更稳定地维持零间隙构造,并且能够进一步降低运转电压并且进一步提高能量效率。另外,通过面压力为上述上限值以下,进一步提高重复回弹性,在长期的使用中也维持充分的回弹力,容易长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。

[0141] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出为刚体多孔板的第2电极(阳极)40

被导电性肋部61保持的方式的碱性水电解槽1000和为刚体多孔板的第2电极(阴极)2030被导电性肋部62保持的方式的碱性水电解槽2000,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为,为刚体多孔板的第2电极被作为本发明的碱性水电解槽用弹性垫的第2弹性垫朝向第1电极按压的方式的碱性水电解槽。图14是示意性地说明像那样的另一个实施方式的碱性水电解槽3000(以下也称为“电解槽3000”)的剖视图。在图14中,有时对在图2~13中已经示出的要素相同的要素标注与图2~13中的附图标记相同的附图标记,省略说明。如图14所示,电解槽3000具备:阳极侧框体51,其包括具有导电性的背面分隔壁51a和与背面分隔壁51a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部51b,并且划定阳极室A;阴极侧框体52,其包括具有导电性的背面分隔壁52a和与背面分隔壁52a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部52b,并且划定阴极室C;具有离子渗透性的隔膜1010,其配置于阳极侧框体51与阴极侧框体52之间;一组垫片21、22,它们分别配置于隔膜1010与阳极侧框体51的凸缘部51b之间和隔膜1010与阴极侧框体52的凸缘部52b之间,并且夹着隔膜1010的周缘部;导电性肋部61、61、… ,其从阳极侧框体51的背面分隔壁51a突出地设置;导电性肋部62、62、… ,其从阴极侧框体52的背面分隔壁52a突出地设置;集电体72,其由导电性肋部62保持;具有导电性的弹性垫(第1弹性垫)100a,其由集电体72保持;阴极(第1电极)30,其配置于第1弹性垫100a与隔膜1010之间;集电体71,其由导电性肋部61保持;具有导电性的弹性垫(第2弹性垫)100b,其由集电体71保持;以及阳极(第2电极)40,其配置于第2弹性垫100b与隔膜1010之间。第1弹性垫100a和第2弹性垫100b均与上述说明的本发明的碱性水电解槽用弹性垫100(参照图2。)相同。像这样,电解槽3000具备:阳极室A,其收纳阳极40并且产生氧气;阴极室C,其收纳阴极30并且产生氢气;具有离子渗透性的隔膜1010,其将阳极室A与阴极室C划分开;第1弹性垫100a,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫;以及第2弹性垫100b,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫。

[0142] 在电解槽3000中,阴极(第1电极)30是具有挠性的多孔板(第1多孔板)。阴极30既可以固定于集电体72,也可以固定于第1弹性垫100a。在将阴极30固定于集电体72或第1弹性垫100a时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如也可以通过将阴极30的周缘部折入集电体72的周端部来固定阴极30。在固定阴极30时,优选为以不损害弹性垫100a的回弹性的方式固定阴极30。

[0143] 在电解槽3000中,阳极(第2电极)40既可以是刚体多孔板,也可以是具有挠性的多孔板(第2多孔板),但优选为刚体多孔板。在阳极40是具有挠性的多孔板的情况下,阳极40既可以固定于集电体71,也可以固定于第2弹性垫100b。另外,在阳极40是刚体多孔板的情况下,阳极40能够固定于第2弹性垫100b。在将阳极40固定于集电体71或第2弹性垫100b时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如也可以通过将阳极40的周缘部折入集电体71的周端部来固定阳极40。在固定阳极40时,优选为以不损害弹性垫100b的回弹性的方式固定阳极40。

[0144] 在电解槽3000中,通过阴极(第1电极)30被第1弹性垫100a朝向阳极(第2电极)40按压,并且阳极(第2电极)40被第2弹性垫100b朝向阴极(第2电极)30按压,实现在阴极(第1电极)30与阳极(第2电极)40之间夹持隔膜1010的零间隙构造。

[0145] 根据电解槽3000,隔膜1010从阳极侧和阴极侧这两侧受到弹性垫的压力,因此容易减少电极周缘部的附近的隔膜1010的变形。

[0146] 在电解槽3000中,阴极(第1电极)30被本发明的弹性垫(第1弹性垫)100a朝向阳极(第2电极)40按压,并且阳极(第2电极)40被本发明的弹性垫(第2弹性垫)100b朝向阴极(第1电极)30按压,因此能够不损害阳极40与阴极30夹持隔膜1010的面压力的均匀性地提高该面压力,并且能够增大零间隙区域在电极面积中所占的比例。由此,能够降低运转电压并且提高能量效率。

[0147] 在电解槽3000中,阴极(第1电极)30被朝向阳极(第2电极)40按压的面压力和阳极(第2电极)40被朝向阴极(第1电极)30按压的面压力分别优选为 $50\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 225\text{gf}/\text{cm}^2$,更优选为 $75\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 150\text{gf}/\text{cm}^2$ 。通过面压力为上述下限值以上,能够进一步降低运转电压并且进一步提高能量效率。另外,通过面压力为上述上限值以下,进一步提高重复回弹性,在长期的使用中也维持充分的回弹力,容易长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。

[0148] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出第1电极是具有挠性的多孔板,第2电极是刚体多孔板的方式的碱性水电解槽1000、2000以及3000,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为第1电极是具有挠性的多孔板并且第2电极也是具有挠性的多孔板的方式的碱性水电解槽。图15是示意性地说明像这样的另一个实施方式的碱性水电解槽4000(以下也称为“电解槽4000”)的剖视图。在图15中,有时对在图2~14中已经示出的要素标注与图2~14中的附图标记相同的附图标记,省略说明。如图15所示,电解槽4000具备:阳极侧框体51,其包括具有导电性的背面分隔壁51a和与背面分隔壁51a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部51b,并且划定阳极室A;阴极侧框体52,其包括具有导电性的背面分隔壁52a和与背面分隔壁52a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部52b,并且划定阴极室C;具有离子渗透性的隔膜1010,其配置于阳极侧框体51与阴极侧框体52之间;一组垫片21、22,它们分别配置于隔膜1010与阳极侧框体51的凸缘部51b之间和隔膜1010与阴极侧框体52的凸缘部52b之间,并且夹着隔膜1010的周缘部;导电性肋部61、61、… ,其从阳极侧框体51的背面分隔壁51a突出地设置;导电性肋部62、62、… ,其从阴极侧框体52的背面分隔壁52a突出地设置;集电体72,其由导电性肋部62保持;具有导电性的弹性垫(第1弹性垫)100a,其由集电体72保持;阴极(第1电极)30,其配置于第1弹性垫100a与隔膜1010之间;集电体71,其由导电性肋部61保持;具有导电性的弹性垫(第2弹性垫)100b,其由集电体71保持;阳极(第2电极)2040,其配置于第2弹性垫100b与隔膜1010之间;以及刚体集电体91,其与阳极2040相接地配置于第2弹性垫100b与阳极(第2电极)2040之间,并且具有导电性。像这样,电解槽4000具备:阳极室A,其收纳阳极2040并且产生氧气;阴极室C,其收纳阴极30并且产生氢气;具有离子渗透性的隔膜1010,其将阳极室A与阴极室C划分开;第1弹性垫100a,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫;以及第2弹性垫100b,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫。

[0149] 在电解槽4000中,阴极(第1电极)30是具有挠性的多孔板(第1多孔板)。阴极30既可以固定于集电体72,也可以固定于第1弹性垫100a。在将阴极30固定于集电体72或第1弹性垫100a时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如也可以通过将阴极30的周缘部折入集电体72的周端部来固定阴极30。在固定阴极30时,优选为以不损害弹性垫100a的回弹性的方式固定阴极30。

[0150] 在电解槽4000中,阳极(第2电极)2040是具有挠性的多孔板(第2多孔板),并且固定于刚体集电体91。在将阳极2040固定于刚体集电体91时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如也可以通过将阳极2040的周缘部折入集

电体71的周端部来固定阳极2040。在固定阳极2040时,优选为以不损害弹性垫100b的回弹性的方式固定阳极2040。

[0151] 在电解槽4000中,通过阴极(第1电极)30被第1弹性垫100a朝向阳极(第2电极)2040按压,并且阳极(第2电极)2040被第2弹性垫100b隔着刚体集电体91朝向阴极(第2电极)30按压,实现在阴极(第1电极)30与阳极(第2电极)40之间夹持隔膜1010的零间隙构造。

[0152] 在电解槽4000中,刚体集电体91以在刚体集电体91与隔膜1010之间夹持第2电极(阳极)2040的方式配置,第2电极(阳极)2040由刚体集电体91支承。作为刚体集电体91,能够使用具有导电性的刚性的集电体,例如能够优选采用由具有耐碱性的刚性的导电性材料构成的膨胀合金、冲压金属等。作为刚体集电体91的材料的例子,能够举出镍、铁等单体金属;SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等不锈钢;以及对上述这些物质实施镀镍所制成的金属等。刚体集电体91既可以保持于第2弹性垫100b,也可以不保持于第2弹性垫100b。在将刚体集电体91保持于第2弹性垫100b的情况下,能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。

[0153] 根据电解槽4000,第2弹性垫100b隔着刚体集电体91按压第2电极2040(即第2电极2040由刚体集电体91从背后支承),因此即使在第2电极2040具有挠性的情况下,也能够使两个电极朝向隔膜1010按压的压力在两个电极的整个面上更均匀,因此能够使电流密度更均匀。另外,隔膜1010从阳极侧和阴极侧这两侧受到弹性体的压力,因此容易减少电极周缘部的附近的隔膜1010的变形。

[0154] 在电解槽4000中,阴极(第1电极)30被本发明的弹性垫(第1弹性垫)100a朝向阳极(第2电极)2040按压,并且阳极(第2电极)2040被本发明的弹性垫(第2弹性垫)100b隔着刚体集电体91朝向阴极(第1电极)30按压,因此能够不损害阳极2040与阴极30夹持隔膜1010的面压力的均匀性地提高该面压力,并且能够增大零间隙区域在电极面积中所占的比例。由此,能够降低运转电压并且提高能量效率。

[0155] 在电解槽4000中,阴极(第1电极)30被朝向阳极(第2电极)2040按压的面压力和阳极(第2电极)2040被朝向阴极(第1电极)30按压的面压力分别优选为 $50\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 225\text{gf}/\text{cm}^2$,更优选为 $75\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 150\text{gf}/\text{cm}^2$ 。通过面压力为上述下限值以上,能够进一步降低运转电压并且进一步提高能量效率。另外,通过面压力为上述上限值以下,进一步提高重复回弹性,在长期的使用中也维持充分的回弹力,容易长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。

[0156] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出具备由导电性肋部61支承的集电体71和由集电体71支承的第2弹性垫100b,并且刚体集电体91由第2弹性垫100b支承的方式的碱性水电解槽4000,但本发明不限于于该方式。例如,在电解槽4000中,也能够设为不具备第2弹性垫100b并且刚体集电体91由集电体71支承的方式的碱性水电解槽。另外,例如,在电解槽4000中,也能够设为不具备第2弹性垫100b和集电体71并且刚体集电体91由导电性肋部61直接支承的方式的碱性水电解槽。

[0157] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出第2弹性垫100b隔着刚体集电体91朝向阴极30按压阳极2040的方式的碱性水电解槽4000,但本发明不限于于该方式。例如,也能够设为第2弹性垫隔着刚体集电体朝向阳极按压阴极的方式的碱性水电解槽。图16是示意性地说明像那样的另一个实施方式的碱性水电解槽5000(以下,也称为“电解槽5000”。)

的剖视图。在图16中,有时对在图2~15中已经示出的要素标注与图2~15中附图标记相同的附图标记,省略说明。如图16所示,电解槽5000具备:阳极侧框体51,其包括具有导电性的背面分隔壁51a和与背面分隔壁51a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部51b,并且划定阳极室A;阴极侧框体52,其包括具有导电性的背面分隔壁52a和与背面分隔壁52a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部52b,并且划定阴极室C;具有离子渗透性的隔膜1010,其配置于阳极侧框体51与阴极侧框体52之间;一组垫片21、22,它们分别配置于隔膜1010与阳极侧框体51的凸缘部51b之间和隔膜1010与阴极侧框体52的凸缘部52b之间,并且夹着隔膜1010的周缘部;导电性肋部61、61、… ,其从阳极侧框体51的背面分隔壁51a突出地设置;导电性肋部62、62、… ,其从阴极侧框体52的背面分隔壁52a突出地设置;集电体71,其由导电性肋部61保持;具有导电性的弹性垫(第1弹性垫)100a,其由集电体71保持;阳极(第1电极)2040,其配置于第1弹性垫100a与隔膜1010之间;集电体72,其由导电性肋部62保持;具有导电性的弹性垫(第2弹性垫)100b,其由集电体72保持;阴极(第2电极)30,其配置于第2弹性垫100b与隔膜1010之间;以及刚体集电体92,其与阴极30相接地配置于第2弹性垫100b与阴极(第2电极)30之间,并且具有导电性。像这样,电解槽5000具备:阳极室A,其收纳阳极2040并且产生氧气;阴极室C,其收纳阴极30并且产生氢气;具有离子渗透性的隔膜1010,其将阳极室A与阴极室C划分开;第1弹性垫100a,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫;以及第2弹性垫100b,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫。

[0158] 在电解槽5000中,阳极(第1电极)2040是具有挠性的多孔板(第1多孔板)。阳极2040既可以固定于集电体71,也可以固定于第1弹性垫100a。在将阳极2040固定于集电体71或第1弹性垫100a时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如,也可以通过将阳极2040的周缘部折入集电体71的周端部来固定阳极2040的周缘部。在固定阳极2040时,优选为以不损害弹性垫100a的回弹性的方式固定阳极2040。

[0159] 在电解槽5000中,阴极(第2电极)30是具有挠性的多孔板(第2多孔板),并且固定于刚体集电体92。在将阴极30固定于刚体集电体92时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如,也可以通过将阴极30的周缘部折入集电体72的周端部来固定阴极30。在固定阴极30时,优选为以不损害弹性垫100b的回弹性的方式固定阴极30。

[0160] 在电解槽5000中,通过阳极(第1电极)2040被第1弹性垫100a朝向阴极(第2电极)30按压,并且阴极(第2电极)30被第2弹性垫100b隔着刚体集电体92朝向阳极(第1电极)2040按压,实现在阳极(第1电极)2040与阴极(第2电极)30之间夹持隔膜1010的零间隙构造。

[0161] 在电解槽5000中,刚体集电体92以在刚体集电体92与隔膜1010之间夹持第2电极(阴极)30的方式配置,第2电极(阴极)30由刚体集电体92支承。作为刚体集电体92,能够使用具有导电性的刚性的集电体,例如能够优选采用由具有耐碱性的刚性的导电性材料构成的膨胀合金、冲压金属等。作为刚体集电体92的材料的例子,能够举出镍、铁等单体金属;SUS304、SUS310、SUS310S、SUS316、SUS316L等不锈钢;以及对上述这些物质实施镀镍所制成的金属等。刚体集电体92既可以保持于第2弹性垫100b,也可以不保持于第2弹性垫100b。在将刚体集电体92保持于第2弹性垫100b的情况下,能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。

[0162] 根据电解槽5000,第2弹性垫100b隔着刚体集电体92按压第2电极30(即第2电极30被刚体集电体92从背后支承),因此即使在第2电极30具有挠性的情况下,也能够使两个电极朝向隔膜1010按压的压力在两个电极的整个面上更均匀,因此能够使电流密度更均匀。另外,隔膜1010从阳极侧和阴极侧这两侧受到弹性体的压力,因此容易减少电极周缘部的附近的隔膜1010的变形。

[0163] 在电解槽5000中,阳极(第1电极)2040被本发明的弹性垫(第1弹性垫)100a朝向阴极(第2电极)30按压,并且阴极(第2电极)30被本发明的弹性垫(第2弹性垫)100b隔着刚体集电体92朝向阳极(第1电极)2040按压,因此能够不损害阳极2040与阴极30夹持隔膜1010的面压力的均匀性地提高该面压力,并且能够增大零间隙区域在电极面积中所占的比例。由此,能够降低运转电压并且提高能量效率。

[0164] 在电解槽5000中,阳极(第1电极)2040被朝向阴极(第2电极)30按压的面压力和阴极(第2电极)30被隔着刚体集电体92朝向阳极(第1电极)2040按压的面压力分别优选为 $50\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 225\text{gf}/\text{cm}^2$,更优选为 $75\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 150\text{gf}/\text{cm}^2$ 。通过面压力为上述下限值以上,能够进一步降低运转电压并且进一步提高能量效率。另外,通过面压力为上述上限值以下,进一步提高重复回弹性,在长期的使用中也维持充分的回弹力,容易长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。

[0165] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出具备由导电性肋部62支承的集电体72和由集电体72支承的第2弹性垫100b,并且刚体集电体92由第2弹性垫100b支承的方式的碱性水电解槽5000,但本发明不限于该方式。例如,在电解槽5000中,也能够设为不具备第2弹性垫100b并且刚体集电体92由集电体72支承的方式的碱性水电解槽。另外,例如,在电解槽4000中,也能够设为不具备第2弹性垫100b和集电体72并且刚体集电体92由导电性肋部62直接支承的方式的碱性水电解槽。

[0166] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出在阳极室中具备导电性肋部61,在阴极室中具备导电性肋部62的方式的碱性水电解槽1000~5000,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为阳极室和阴极室中的一者或两者不具备导电性肋部的方式的碱性水电解槽。图17是示意性地说明像那样的另一个实施方式的碱性水电解槽6000(以下也称为“电解槽6000”)的剖视图。在图17中,有时对在图2~16中已经示出的要素标注与图2~16中的附图标记相同的附图标记,省略说明。如图17所示,电解槽6000具备:阳极侧框体51,其包括具有导电性的背面分隔壁51a和与背面分隔壁51a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部51b,并且划定阳极室A;阴极侧框体52,其包括具有导电性的背面分隔壁52a和与背面分隔壁52a的整个周缘部液密性地结合的凸缘部52b,并且划定阴极室C;具有离子渗透性的隔膜1010,其配置于阳极侧框体51与阴极侧框体52之间;一组垫片21、22,它们分别配置于隔膜1010与阳极侧框体51的凸缘部51b之间和隔膜1010与阴极侧框体52的凸缘部52b之间,并且夹着隔膜1010的周缘部;阴极(第1电极)30,其以与隔膜1010相接的方式配置于阴极室C内;具有导电性的弹性垫(第1弹性垫)100a,其以与阴极侧框体52的背面分隔壁52a和阴极30相接的方式配置于背面分隔壁52a与阴极30之间;阳极(第2电极)40,其以与隔膜1010相接的方式配置于阳极室A内;以及具有导电性的弹性垫(第2弹性垫)100b,其以与阳极侧框体51的背面分隔壁51a和阳极40相接的方式配置于背面分隔壁51a与阳极40之间。像这样,电解槽6000具备:阳极室A,其收纳阳极40并且产生氧气;阴极室C,其收纳阴极30并且产生

氢气;具有离子渗透性的隔膜1010,其将阳极室A与阴极室C划分开;第1弹性垫100a,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫;以及第2弹性垫100b,其为本发明的碱性水电解槽用弹性垫。

[0167] 在电解槽6000中,阴极(第1电极)30是具有挠性的多孔板(第1多孔板)。阴极30能够固定于背面分隔壁52a或第1弹性垫100a。在将阴极30固定于背面分隔壁52a或第1弹性垫100a时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如,也可以是,在背面分隔壁52a的内侧表面设置钩(锁状构件),通过将阴极30钩挂在该钩上而将阴极30固定于背面分隔壁52a。在固定阴极30时,优选为以不损害弹性垫100a的回弹性的方式固定阴极30。

[0168] 在电解槽6000中,阳极(第2电极)40既可以是刚体多孔板,也可以是具有挠性的多孔板(第2多孔板),但优选为刚体多孔板。在阳极40是具有挠性的多孔板的情况下,阳极40既可以固定于背面分隔壁51a,也可以固定于第2弹性垫100b。另外,在阳极40是刚体多孔板的情况下,阳极40能够固定于第2弹性垫100b。在将阳极40固定于背面分隔壁51a或第2弹性垫100b时,例如能够没有特别限制地采用焊接、销固定、螺栓固定等公知的方法。另外,例如,也可以是,在背面分隔壁51a的内侧表面设置钩(锁状构件),通过将阳极40钩挂在该钩上而将阳极40固定于背面分隔壁51a。在固定阳极40时,优选为以不损害弹性垫100b的回弹性的方式固定阳极40。

[0169] 在电解槽6000中,通过阴极(第1电极)30被第1弹性垫100a朝向阳极(第2电极)40按压,并且阳极(第2电极)40被第2弹性垫100b朝向阴极(第2电极)30按压,实现在阴极(第1电极)30与阳极(第2电极)40之间夹持隔膜1010的零间隙构造。

[0170] 利用像这样的方式的碱性水电解槽6000,也能够得到与上述说明的电解槽3000相同的效果。即,根据电解槽6000,隔膜1010从阳极侧和阴极侧这两侧受到弹性垫的压力,因此容易减少电极周缘部的附近的隔膜1010的变形。而且,在电解槽6000中,阳极室A和阴极室C不具备导电性肋部,因此能够使每一个电解单元的厚度变薄,因此能够使电解槽小型化并且提高单位占有用地面积的气体生产量。另外,阳极室和阴极室中的一者或两者不具备导电性肋部,因此能够削减构成电解槽的材料和电解槽的制作所需要的工时。

[0171] 在电解槽6000中,阴极(第1电极)30被本发明的弹性垫(第1弹性垫)100a朝向阳极(第2电极)40按压,并且阳极(第2电极)40被本发明的弹性垫(第2弹性垫)100b朝向阴极(第1电极)30按压,因此能够不损害阳极40与阴极30夹持隔膜1010的面压力的均匀性地提高该面压力,并且能够增大零间隙区域在电极面积中所占的比例。由此,能够降低运转电压并且提高能量效率。

[0172] 在电解槽6000中,阴极(第1电极)30被朝向阳极(第2电极)40按压的面压力和阳极(第2电极)40被朝向阴极(第1电极)30按压的面压力分别优选为 $50\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 225\text{gf}/\text{cm}^2$,更优选为 $75\text{gf}/\text{cm}^2 \sim 150\text{gf}/\text{cm}^2$ 。通过面压力为上述下限值以上,能够进一步降低运转电压并且进一步提高能量效率。另外,通过面压力为上述上限值以下,进一步提高重复回弹性,在长期的使用中也维持充分的回弹力,容易长期地将碱性水电解槽的能量效率维持为较高。

[0173] 在关于本发明的上述说明中,作为例子而举出具备本发明的一个实施方式的碱性水电解槽用弹性垫100(图2)作为具有导电性的弹性垫(100、100a、100b)的方式的碱性水电解槽1000、2000、3000、4000、5000、6000,但本发明不限于该方式。例如,也能够设为具备

其他实施方式的本发明的碱性水电解槽用弹性垫200、300、400、500、或600作为具有导电性的弹性垫的方式的碱性水电解槽。

[0174] <3. 气体制造方法>

[0175] 本发明的第3方式的气体制造方法是电解碱性水来制造氢气和氧气的方法,包括(a)使用本发明的碱性水电解槽来电解碱性水的工序(以下也称为“工序(a)”)。作为工序(a)中的碱性水电解槽,能够使用上述说明的任一方式的碱性水电解槽。作为碱性水,能够没有特别限制地在利用碱性水电解法进行的氢气和氧气的制造中使用的公知的碱性水溶液(例如KOH水溶液、NaOH水溶液等)。

[0176] 工序(a)能够通过向本发明的碱性水电解槽的各阳极室和各阴极室供给极液(碱性水),以使预定的电解电流在阳极-阴极间流动的方式施加电压来进行。将通过电解而产生的气体与极液一起从各极室回收,并且进行气液分离,从而能够分别从阴极室回收氢气以及从阳极室回收氧气。通过气液分离而从气体分离出的极液能够根据需要一边补充水,一边再次向各极室供给。

[0177] 根据本发明的气体制造方法,使用本发明的碱性水电解槽进行碱性水的电解,因此能够提高利用碱性水电解进行的气体制造的能量效率。

[0178] 附图标记说明

[0179] 10、210、310、金属网;100、200、300、400、500、600、碱性水电解槽用弹性垫;1010、(具有离子渗透性的)隔膜;21、22、垫片;30、2030、阴极;40、2040、阳极;51、阳极侧框体;52、阴极侧框体;51a、52a、(具有导电性的)背面分隔壁;51b、52b、凸缘部;61、62、导电性肋部;71、72、集电体;100a、第1弹性垫;100b、第2弹性垫;91、92、刚体集电体;900、以往的零间隙型电解槽;910、极室单元;911、具有导电性的分隔壁;912、凸缘部;913、914、具有导电性的肋部;920、具有离子渗透性的隔膜;930、垫片;940、阳极;950、集电体;960、具有导电性的弹性垫;970、阴极;1000、2000、3000、4000、5000、6000、碱性水电解槽;A、阳极室;C、阴极室。

900

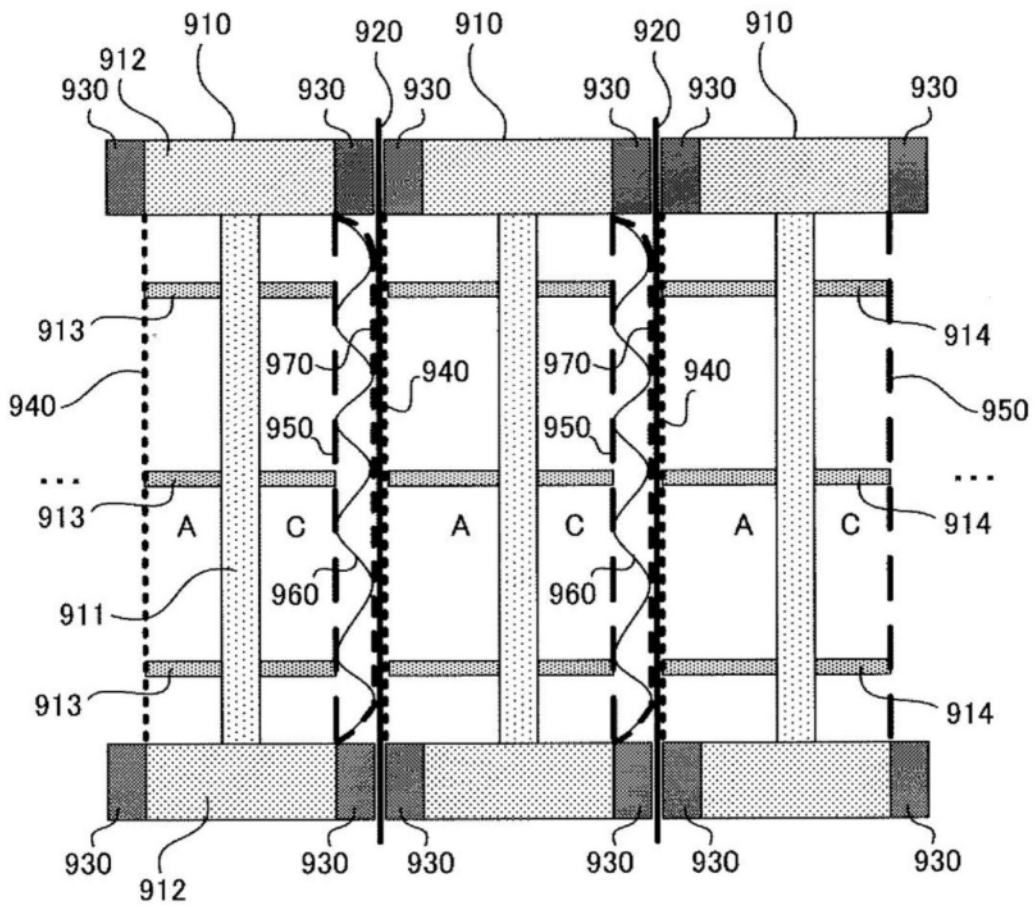
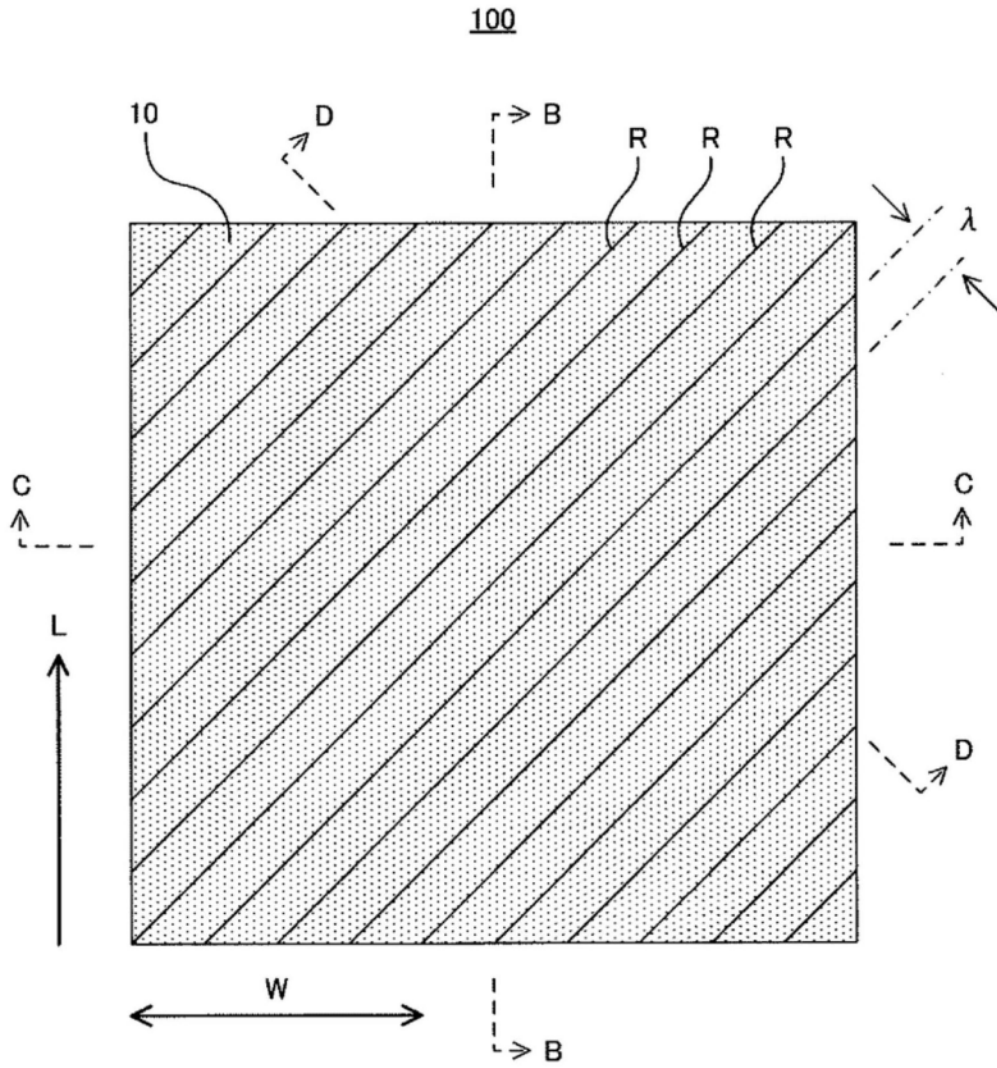
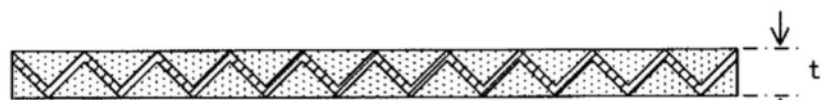


图1

(A)



(B)



(C)



(D)

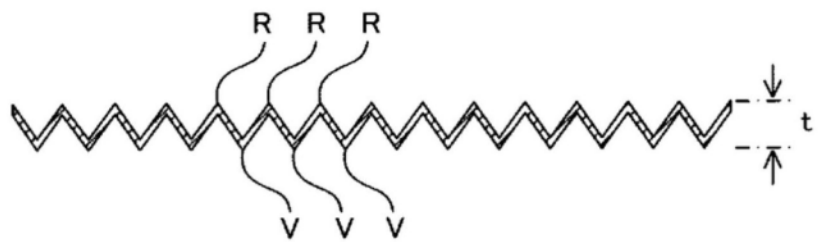


图2

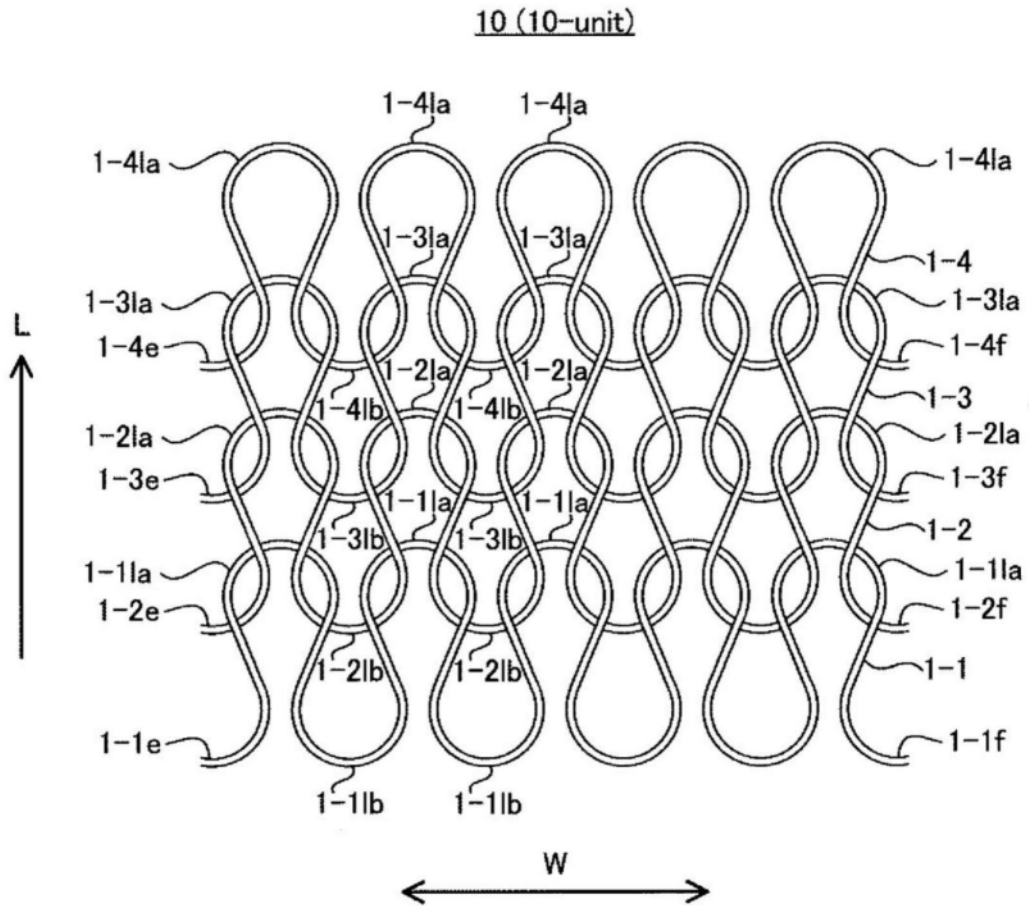


图3

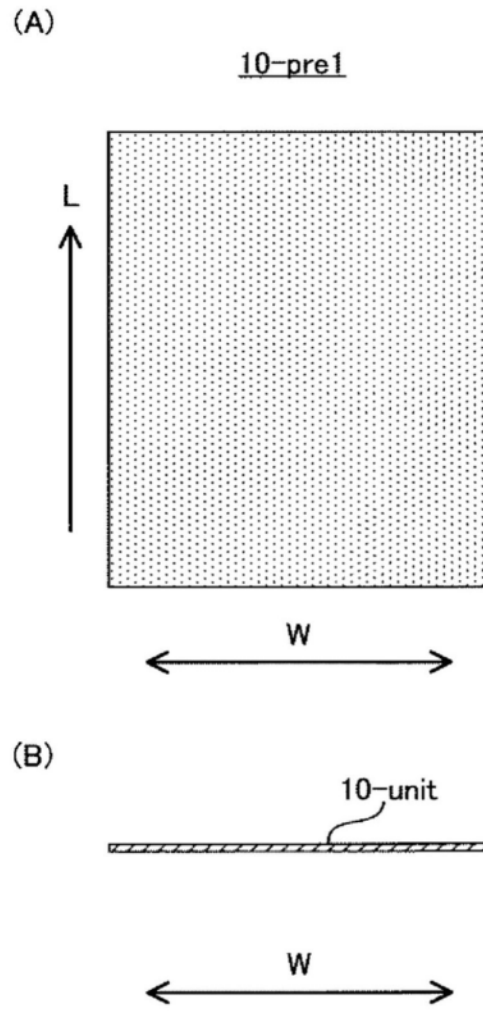


图4

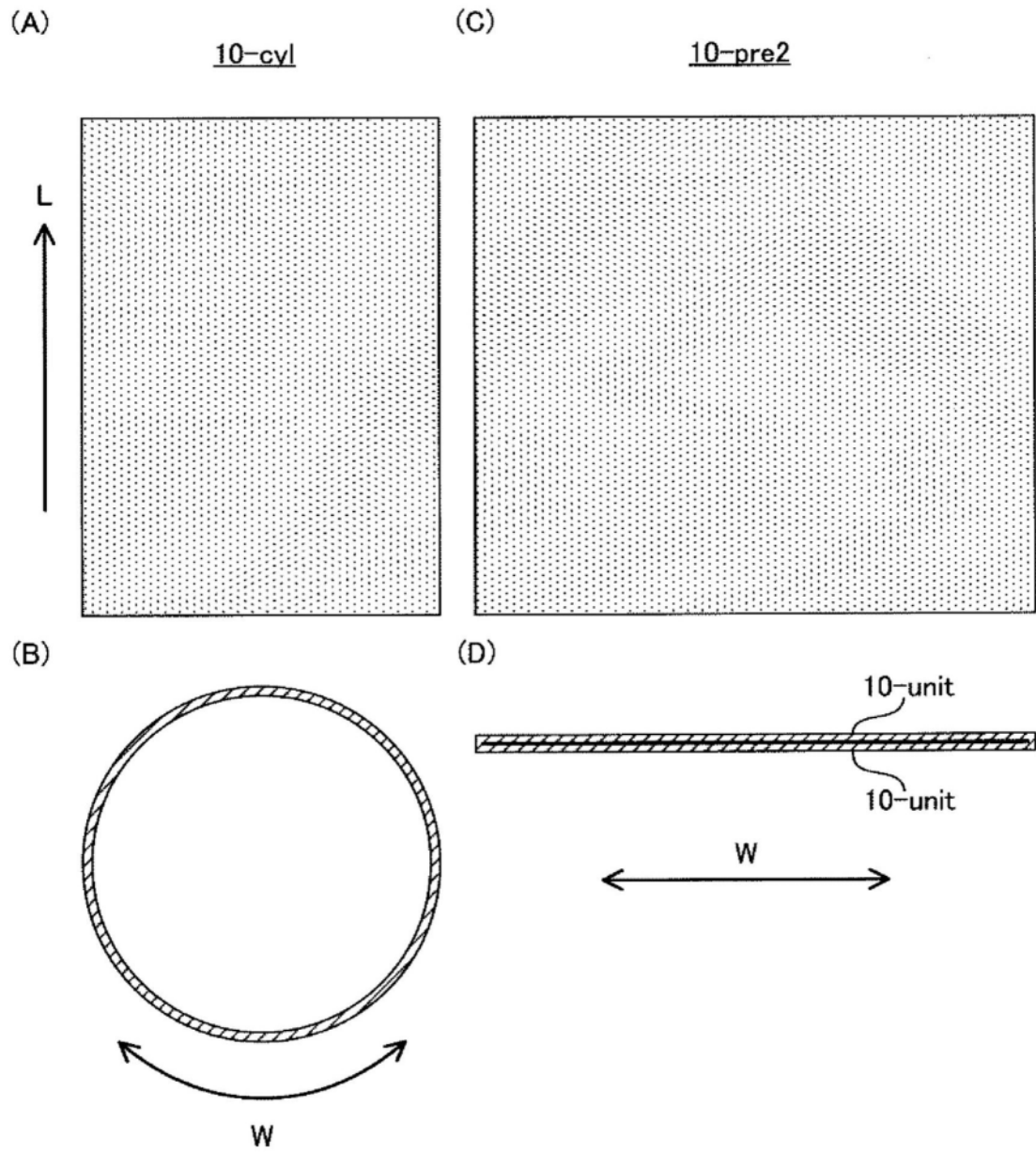


图5

200

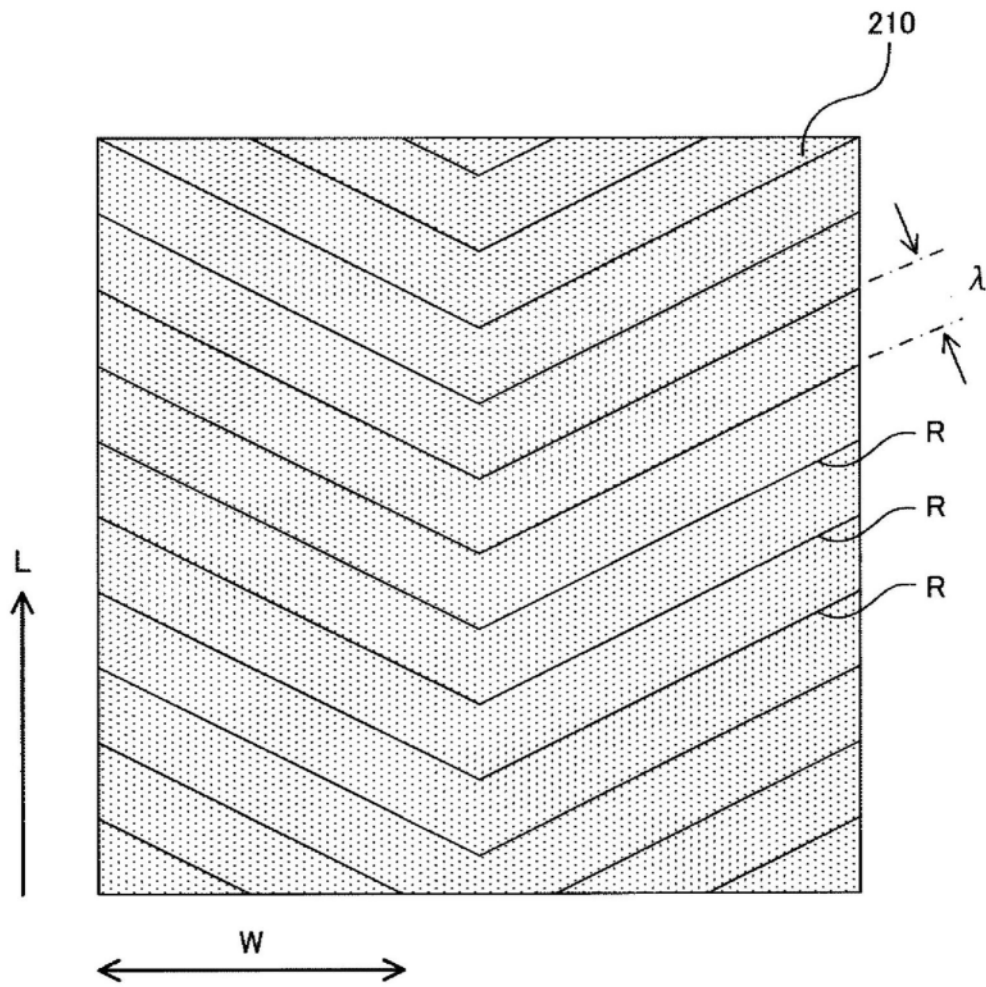


图6

300

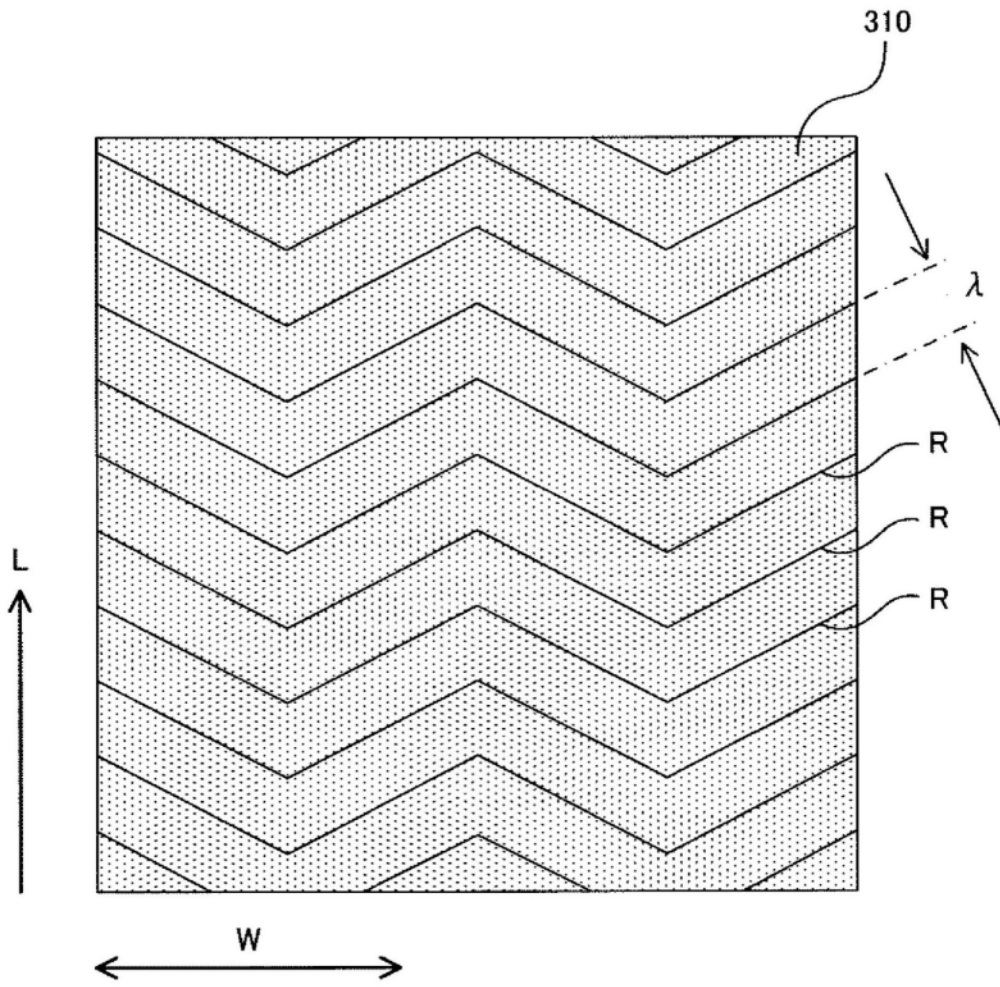


图7

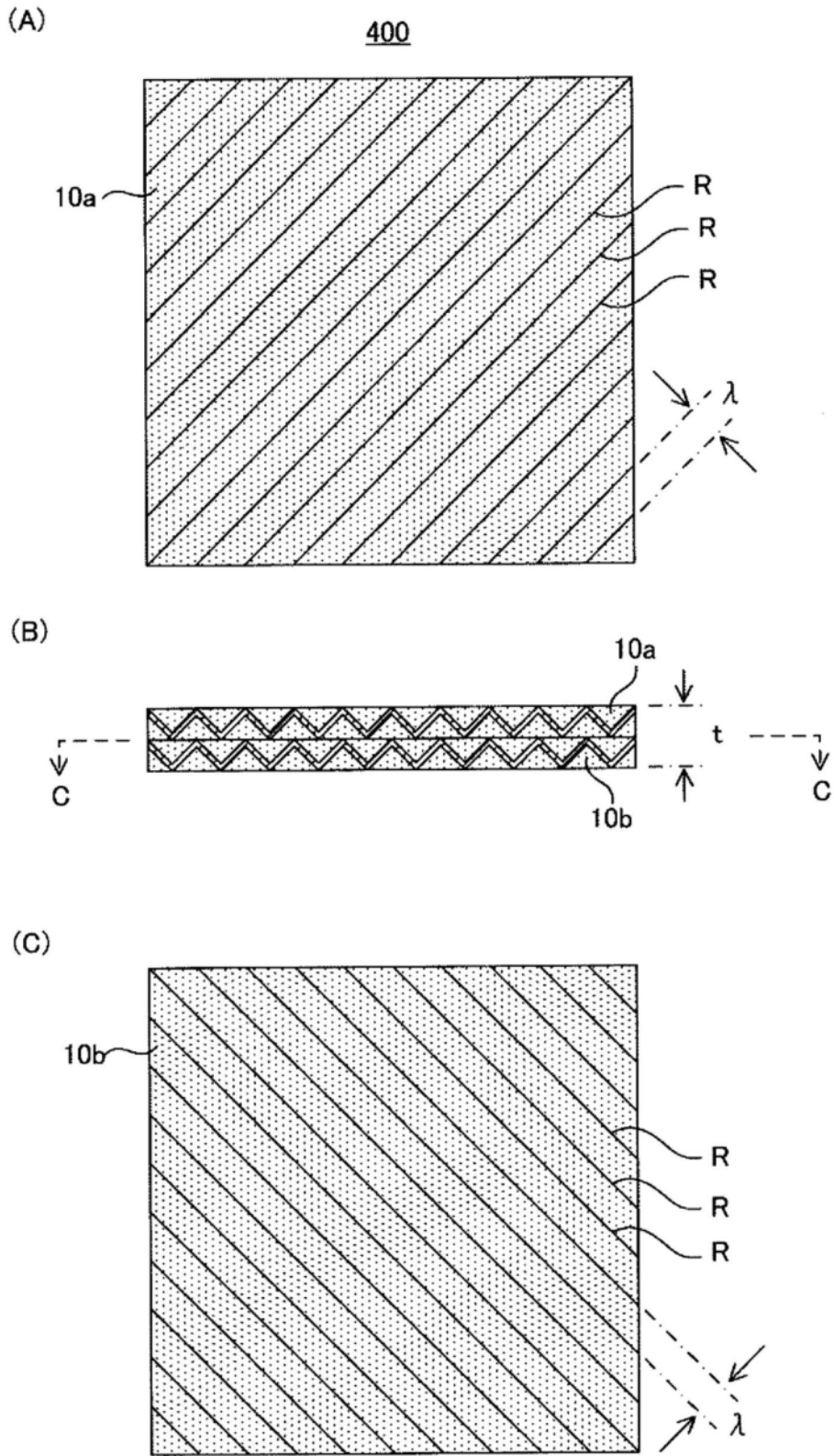


图8

400

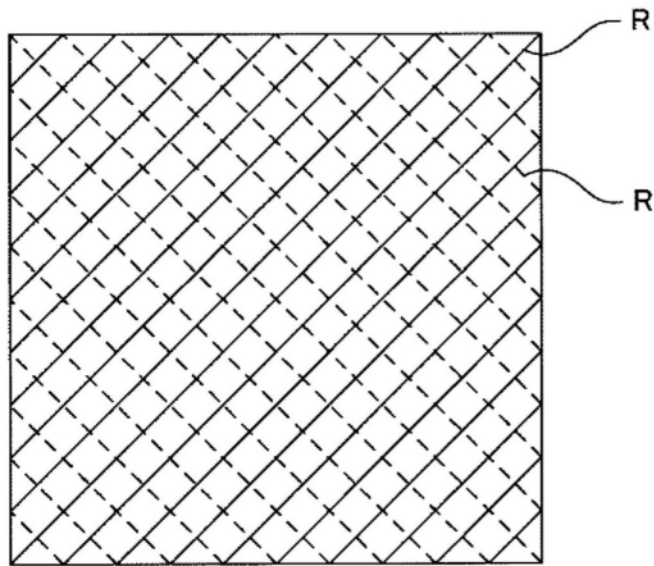


图9

500

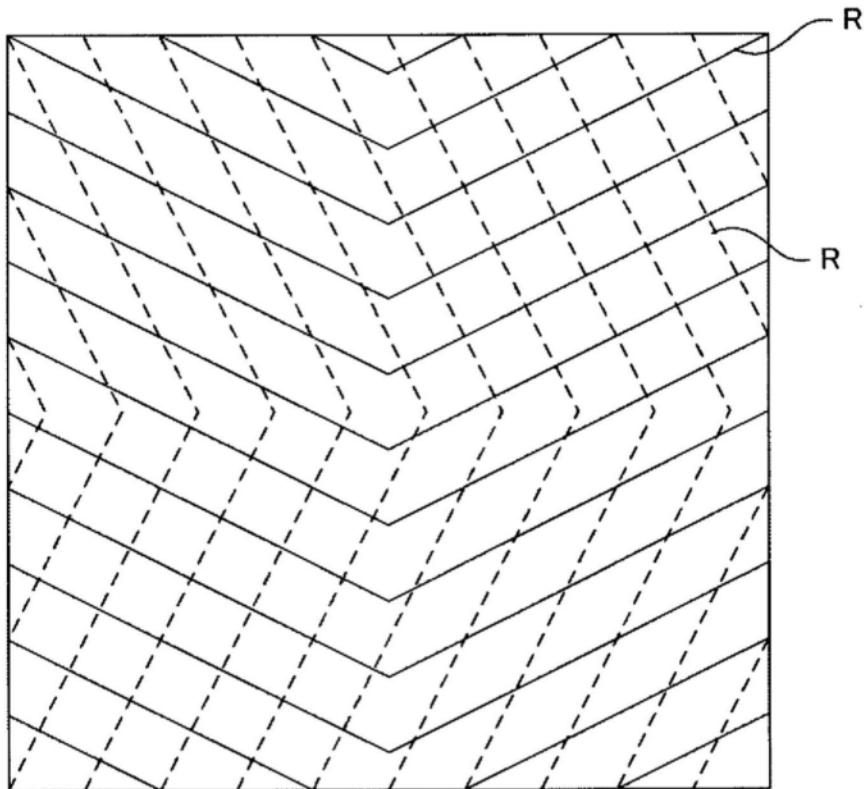


图10

600

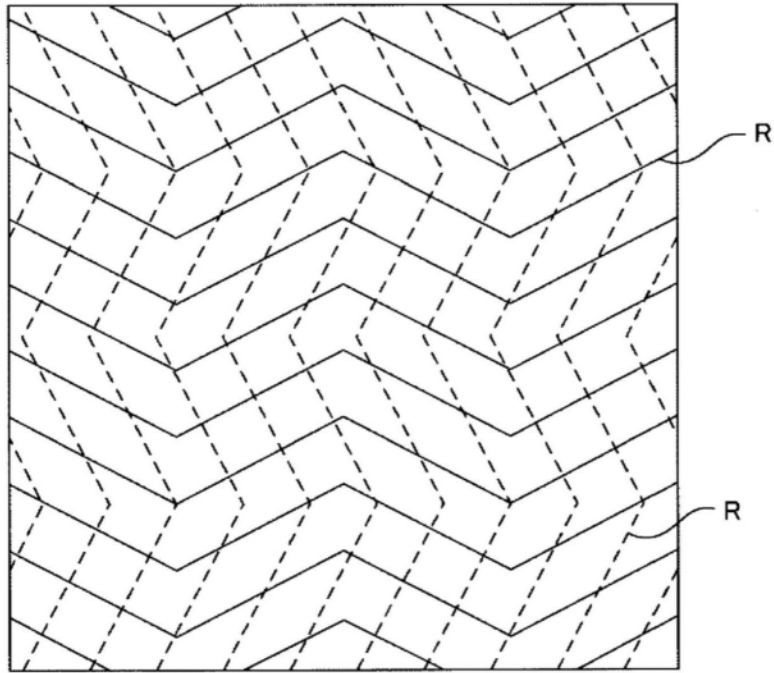


图11

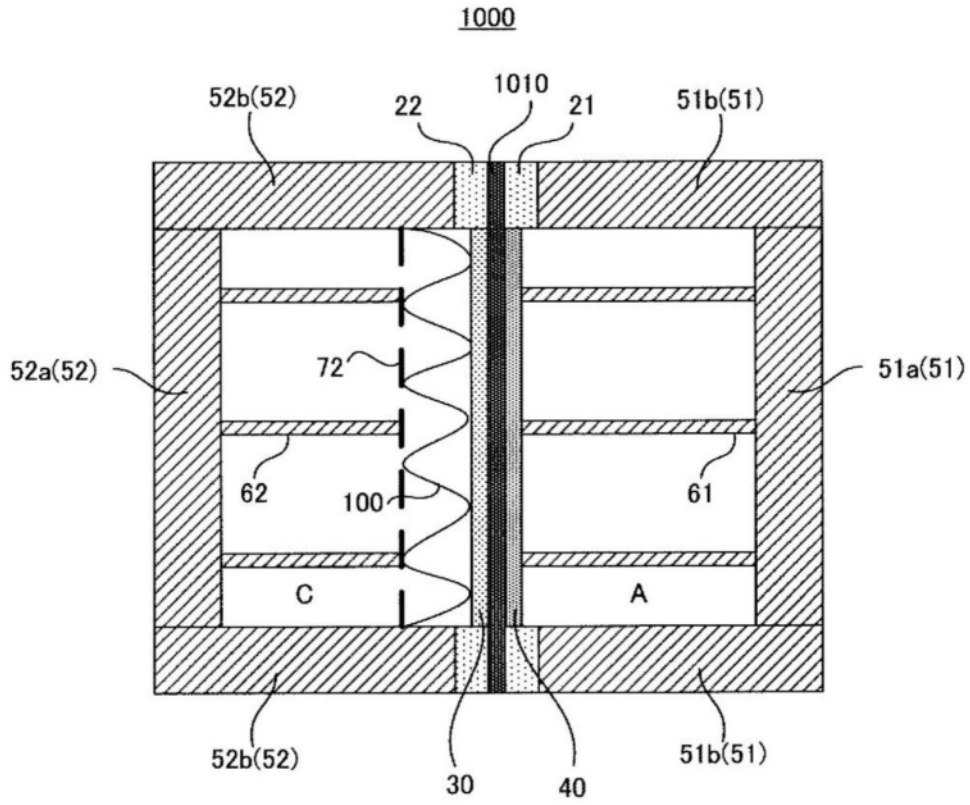


图12

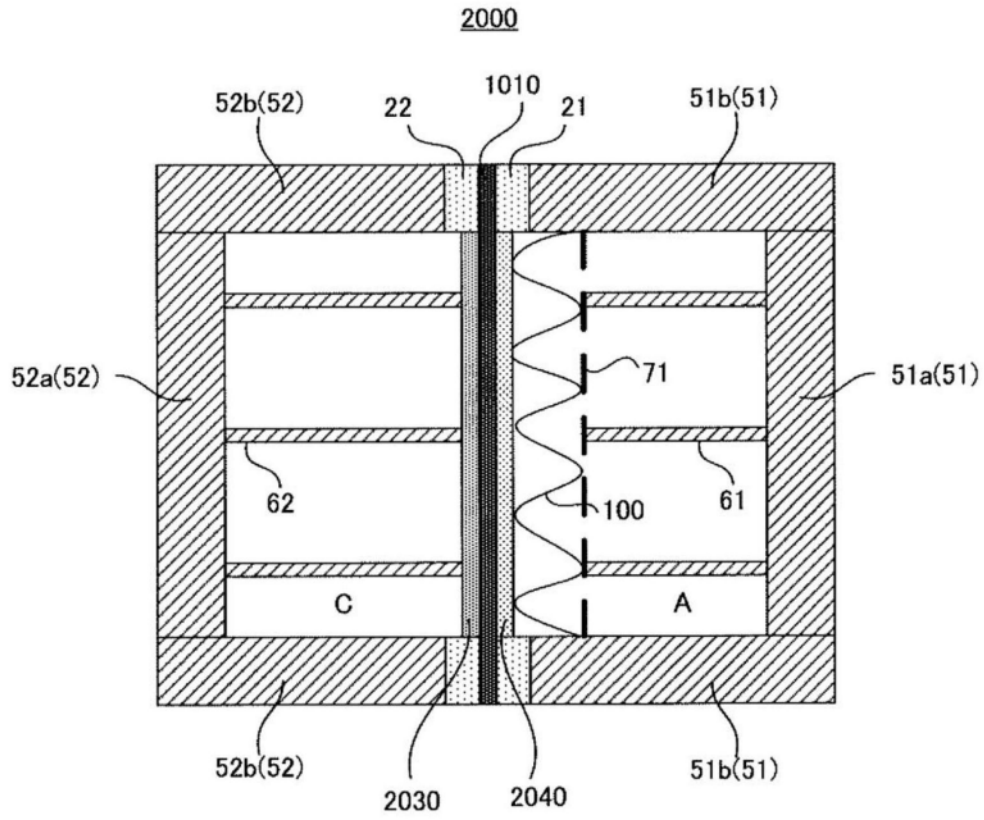


图13

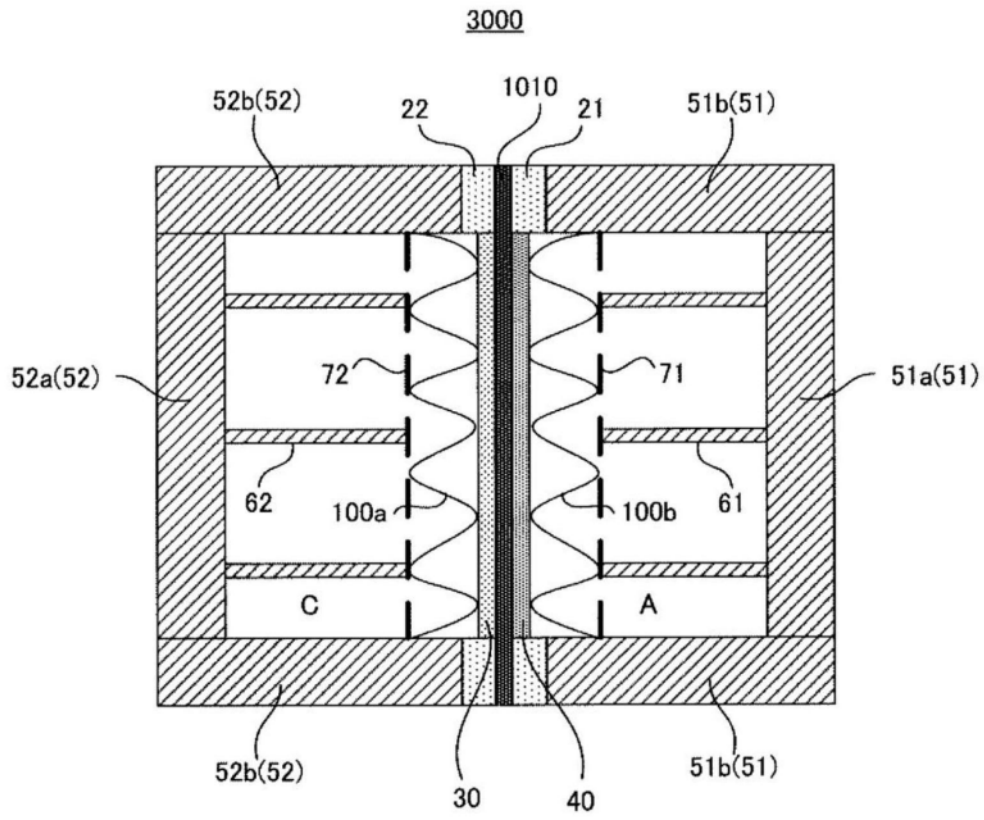


图14

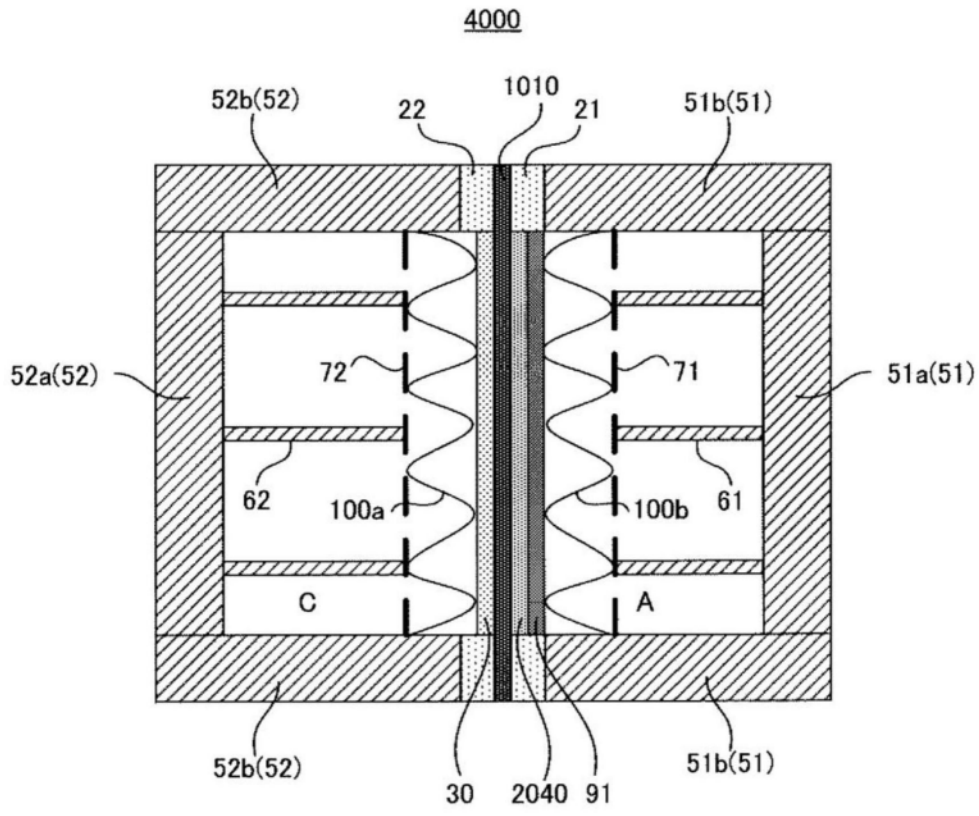


图15

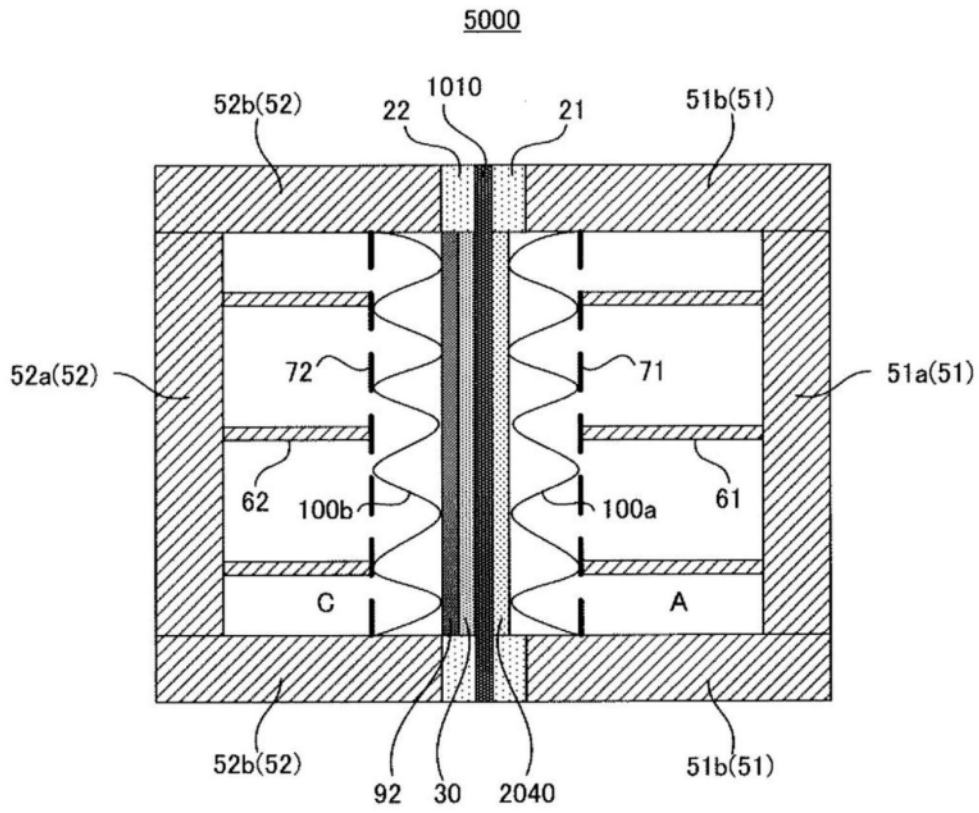


图16

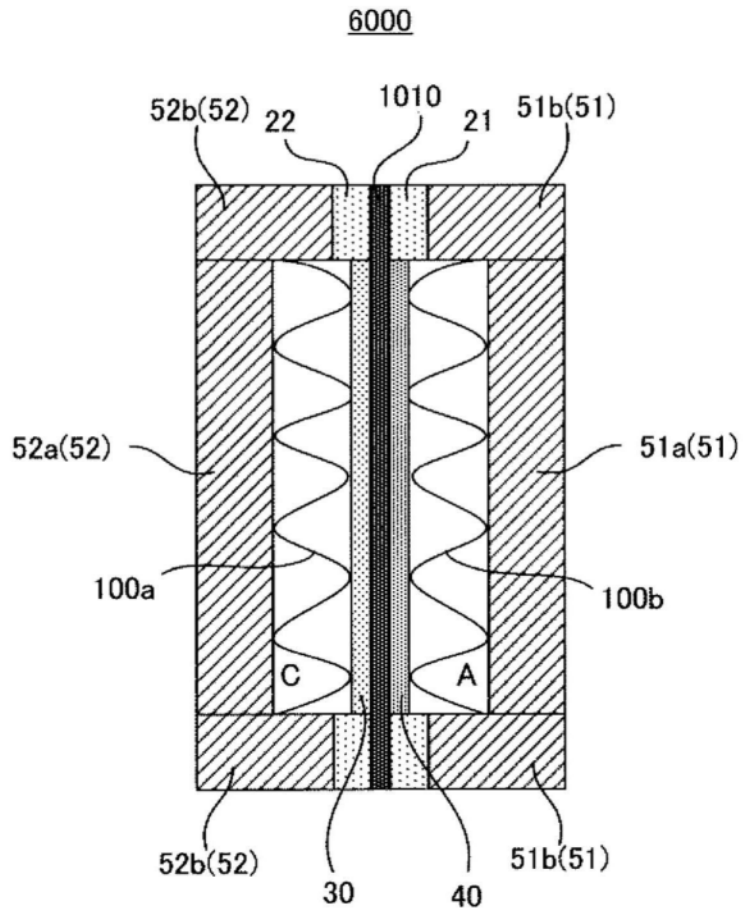
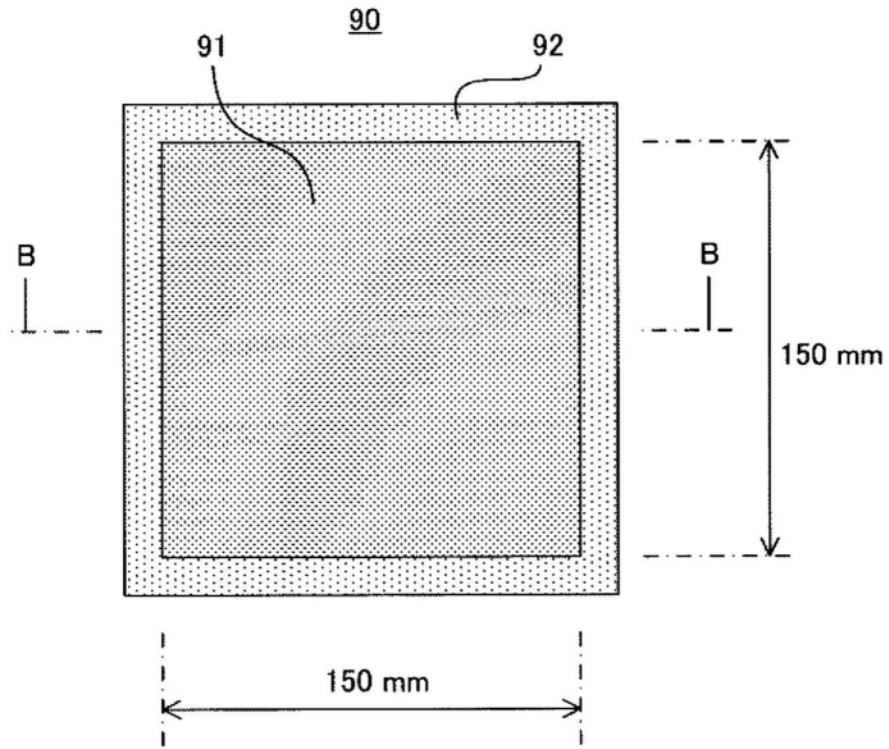


图17

(A)



(B)

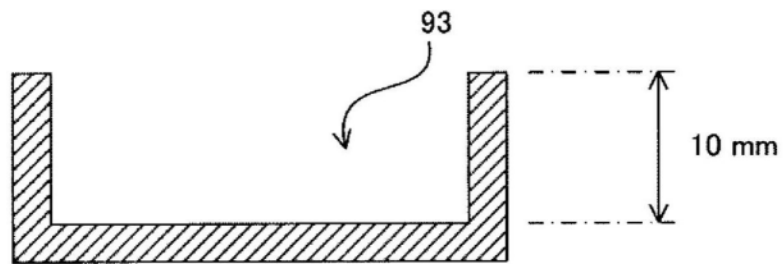


图18

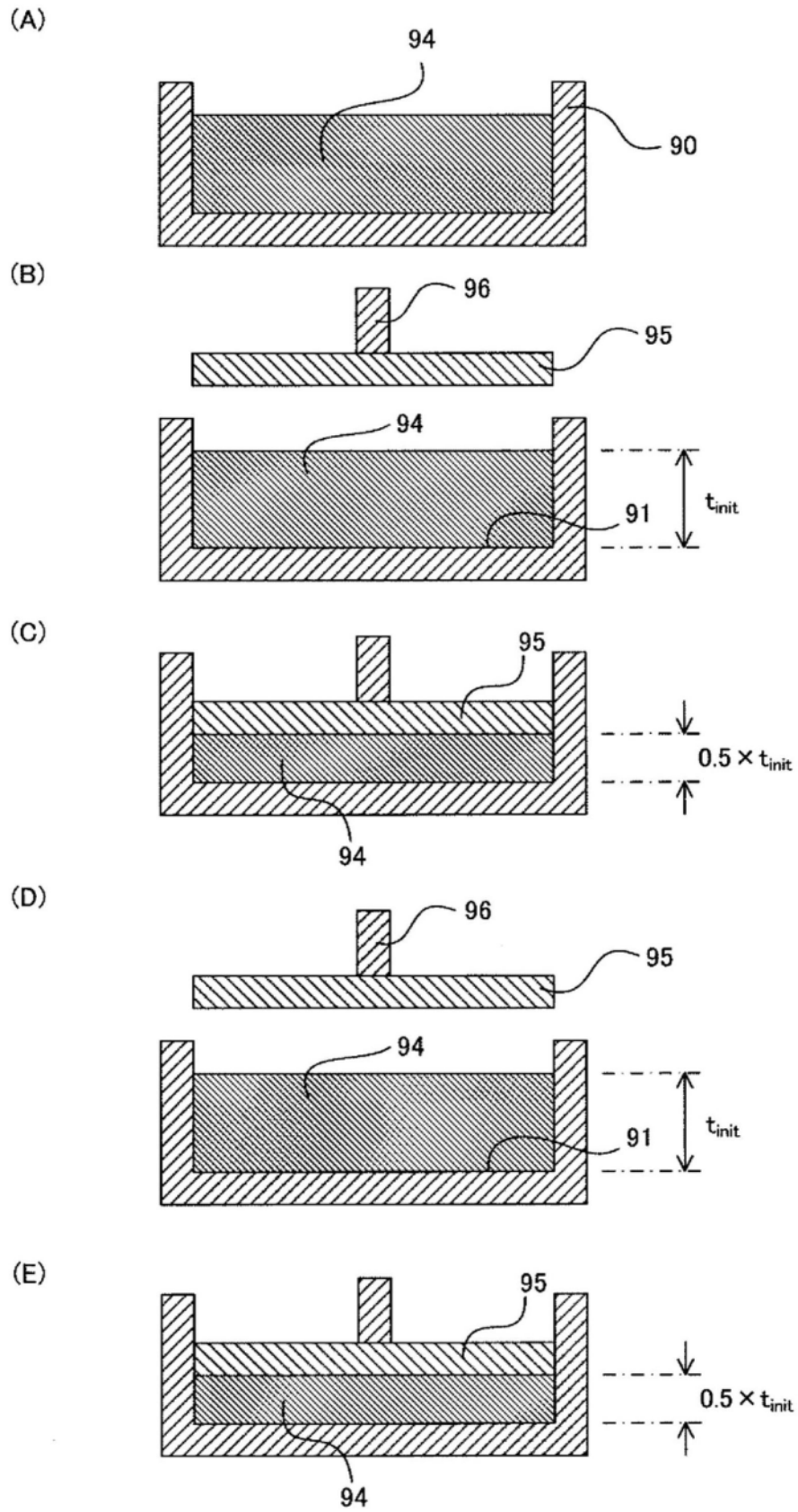


图19